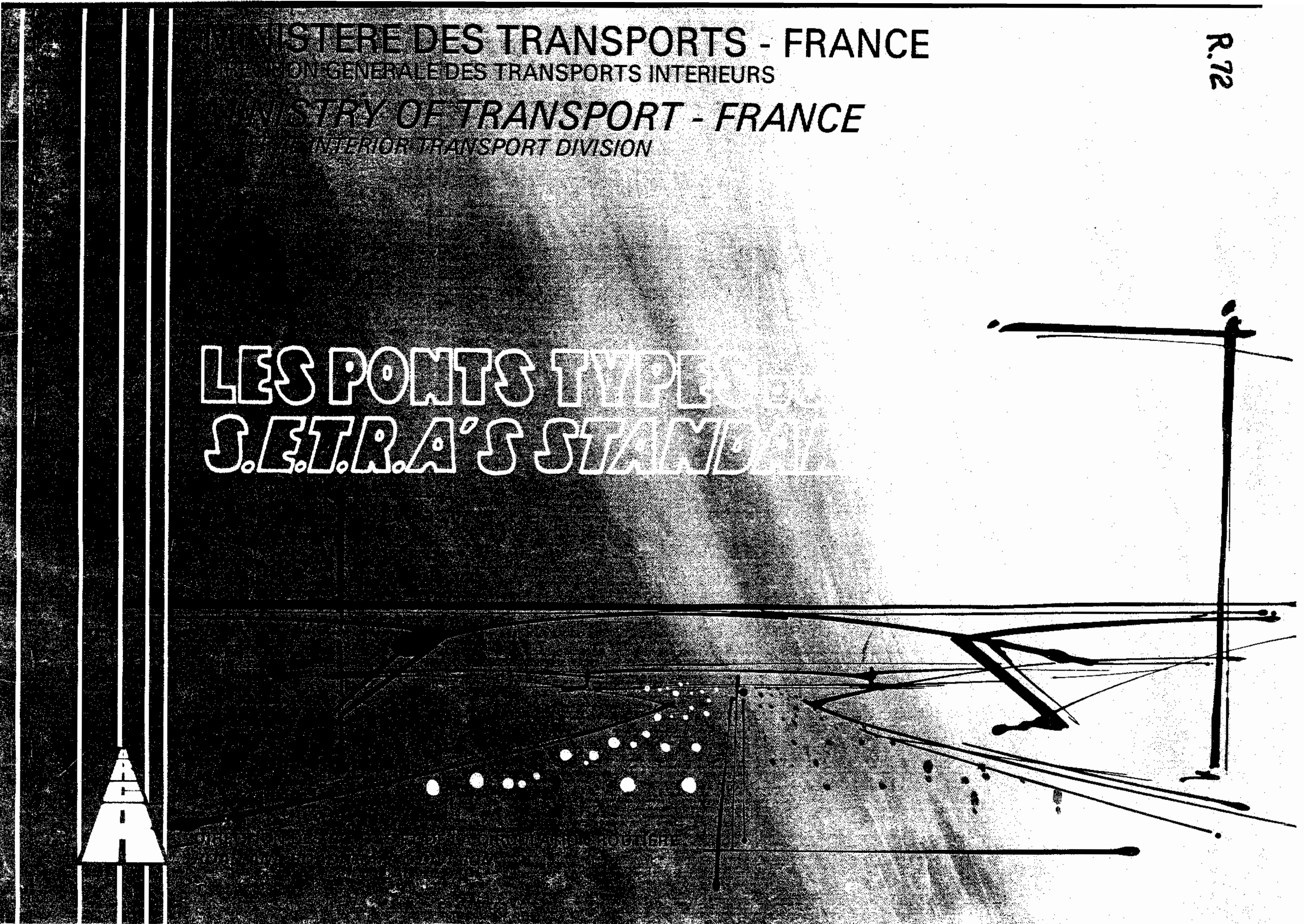

MINISTERE DES TRANSPORTS - FRANCE
DIRECTION GENERALE DES TRANSPORTS INTERIEURS
MINISTRY OF TRANSPORT - FRANCE
INTERIOR TRANSPORT DIVISION
R.72
LES PONTS TYPES
S.E.T.R.A.'S

MINISTÈRE DES TRANSPORTS - *MINISTRY OF TRANSPORT*
DIRECTION GÉNÉRALE DES TRANSPORTS INTÉRIEURS - *GENERAL INTERIOR TRANSPORT DIVISION*

DIRECTION DES ROUTES ET DE LA CIRCULATION ROUTIÈRE - *ROAD AND ROAD TRAFFIC DIVISION*
244, boulevard Saint-Germain - 75775 Paris cedex 16

LES PONTS TYPES DU S.E.T.R.A.
S.E.T.R.A.'S STANDARD BRIDGES

dossier d'information réalisé par la Division des Ouvrages d'Art du SETRA
Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes
46, avenue Aristide Briand - 92223 Bagneux

Septembre 1979

SOMMAIRE

CONTENTS

INTRODUCTION

Les ponts types du SETRA sont apparus vers les années 1960, lorsque le programme de construction des autoroutes françaises s'accéléra. Les ingénieurs de l'époque se trouvèrent en effet confrontés au problème suivant :

- construire chaque année plusieurs centaines de ponts au début puis, par la suite, plus d'un millier ;
- tenir compte en même temps de la qualité des tracés, c'est-à-dire ne plus imposer aux automobilistes les courbes et les contre-courbes que l'on rencontre encore quelquefois aux abords de certains ouvrages de conception ancienne ;
- admettre, par voie de conséquence, des franchissements biais et même souvent d'un biais très accentué ;
- accepter les tracés courbes, notamment dans les échangeurs ;
- faire entrer en ligne de compte la continuité des travées, pour diminuer le nombre de joints de chaussée et les épaisseurs des tabliers;
- utiliser les nouvelles techniques de précontrainte, de soudure, ainsi que les nouveaux types de fondations ;
- tenir compte de la vitesse des véhicules sur les ouvrages et, autant que possible, empêcher leur chute en cas de sortie accidentelle de la chaussée ;
- enfin, intégrer les nouveaux ouvrages dans les sites (on dit aujourd'hui l'environnement).

INTRODUCTION

The SETRA'S standard bridges were introduced arounds the 1960's, when the french motorways building programme was accelerating. The engineers of the time were faced with the following problem:

- of how to build several hundred of bridges a year at the outset, and later over a thousand a year;
- of how at the same time to take alignment quality into account, i.e. no longer imposing on motorists the curves and counter-curves still sometimes encountered at the approaches to certain outdated bridges;
- of accepting, in consequence, skew crossings and even, in many cases, crossings with a highly accentuated skew;
- of accepting curved alignments, especially at cloverleaf intersections;
- of taking the continuity of the spans, into account in order to decrease the number of expansion joints and the thicknesses of the decks;
- of using the new prestressing and welding techniques, together with the new types of foundations;
- of making allowance for the speed of the vehicles on the bridges and, as far as possible, preventing vehicles that accidentally leave the road-way from falling;
- and finally, of blending in the new structures with what today we would call their environment.

Les contraintes ci-dessus s'accompagnaient fort heureusement de possibilités nouvelles, offertes notamment par l'accroissement des performances des calculatrices électroniques et des traceurs automatiques. Le problème a donc été abordé en analysant, d'un point de vue fonctionnel, les différentes parties d'un pont et en développant, pour chacune d'entre elles, une méthodologie d'étude associée à des programmes de calcul et de dessin automatiques. Cette étape importante, complétée par l'expérience acquise lors des premières réalisations, a rendu possible la rédaction des **dossiers-pilotes d'éléments types standardisés** qui, par leur combinaison, permettent de projeter un ouvrage d'art dans sa totalité, depuis les fondations jusqu'aux superstructures.

Ce système de projets types, répondant chacun à une application spécifique, couvre à l'heure actuelle un domaine très étendu, en résolvant les problèmes sur mesure grâce à la souplesse du calcul et du dessin automatiques.

On réalisera l'importance que tiennent les ponts types si l'on considère qu'ils représentent environ 60 % des ponts construits en France actuellement.

The foregoing constraints were, fortunately, accompanied by new possibilities, in particular those offered by improvements in the performance of electronic computers and automatic plotters. The problem was therefore approached by analysing, from a functional viewpoint, the various parts of a bridge, and by developing, for each of them, a design methodology associated with automatic design and drafting programs. This major stage, complemented by the experience acquired in the execution of the first few projects, made it possible to establish "dossiers-pilotes"* **containing standardized components** that could be used in combination so as to plan the whole of an engineering structure, right up from the foundations to the superstructures.

This system of standard designs, each having a specific application, now covers a very wide range, with the flexibility of the automatic design and drafting making it possible to solve specific problems.

The importance of standard bridges is demonstrated by the fact that they account for about 60 % of all bridges now built in France.

* "Steering book" may be the english translation of the french term "DOSSIER-PILOTE", that we are going to keep all along this text; it means: detailed hand-book for the designing of standard bridge.

COMPOSITION D'UN PONT PAR ÉLÉMENTS TYPES

Un pont type se décompose de la manière suivante :

- **le TABLIER** — Des structures simples, de construction rustique, faciles à maintenir en bon état, et pouvant être construites par des entreprises d'importance moyenne, ont été recherchées.

- **les APPUIS et les FONDATIONS** — La standardisation des différents éléments composant les appuis est complétée par une méthodologie en ce qui concerne l'étude des sols, ainsi que la conception et le dimensionnement des fondations.

- **les ÉQUIPEMENTS** — Les garde-corps, les barrières et les glissières, les joints de dilatation, les appareils d'appui, l'étanchéité, les dispositifs d'écoulement d'eau ont été typifiés.

N.B. — Le présent document d'information ne traite que des **tabliers** et de leurs **appuis** (piles et culées). Pour les fondations, les ouvrages de soutènement et les équipements, qui font également l'objet de dossiers-pilotes, on trouvera cependant quelques indications au chapitre « Dossiers-pilotes complémentaires », page 36.

STANDARD COMPONENTS OF A BRIDGE

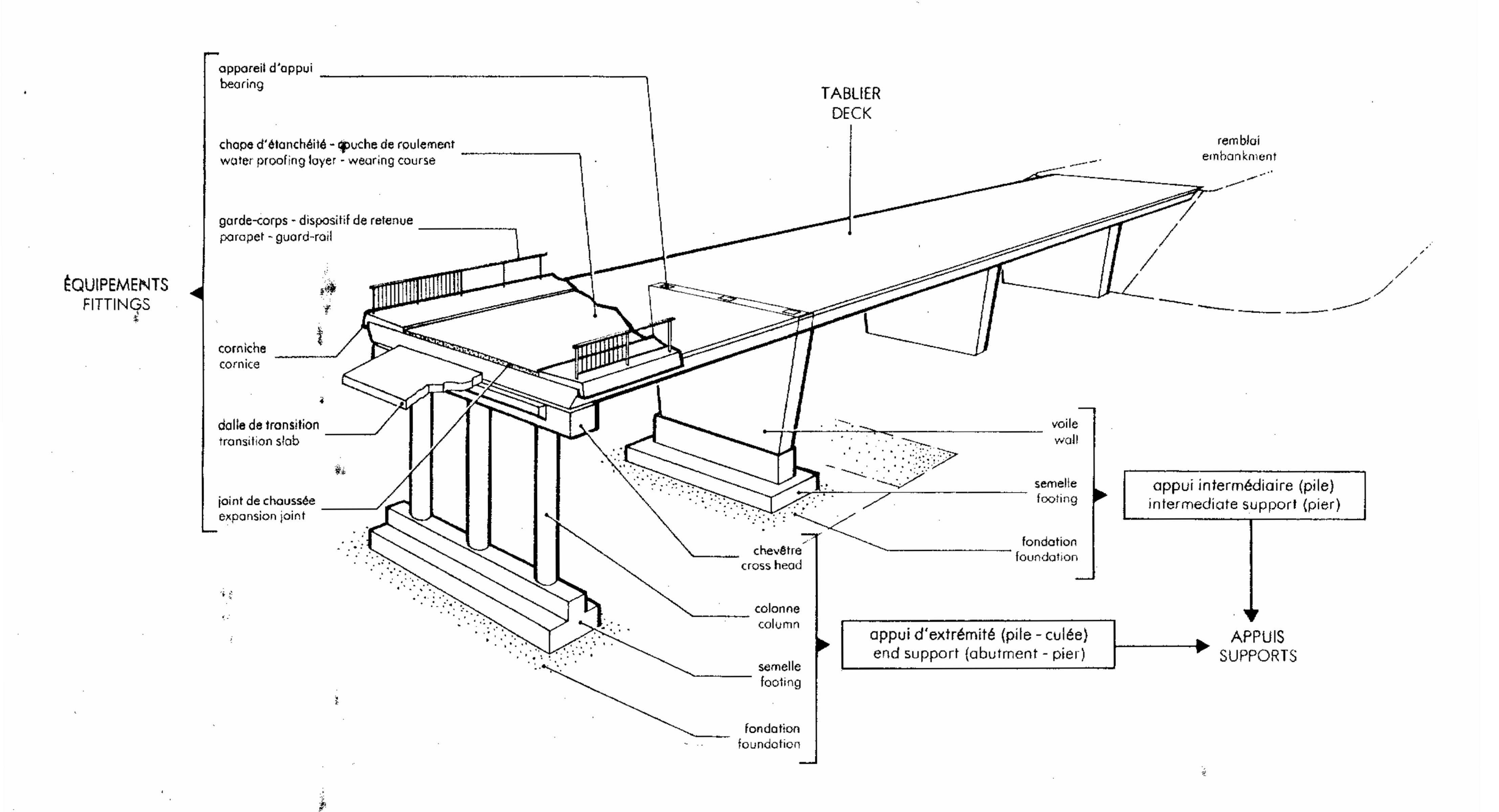
A standard bridge consists of the following:

- **DECK** — The objective was to design simple structures, of hardy construction, easy to keep in good condition, that could be built by medium-sized contracting firms.

- **SUPPORTS and FOUNDATIONS** — The standardization of the various components of the supports is complemented by a methodology for the soils survey, together with the design and sizing of the foundations.

- **FITTINGS** — Bridge-rails, barrier-rails, guard-rails, expansion joints, bearings, waterproofing, and surface water drainage arrangements have been standardized.

N.B. — This informative document deals only with the **decks** and their **supports** (piers and abutments). Information about foundations, retaining walls, and fittings, for which there are also "dossiers-pilotes", is given in the chapter "Supplementaries dossiers-pilotes", page 36.


appareil d'appui
bearing
chape d'étanchéité - couche de roulement
water proofing layer - wearing course
garde-corps - dispositif de retenue
parapet - guard-rail
ÉQUIPEMENTS
FITTINGS
corniche
cornice
dalle de transition
transition slab
joint de chaussée
expansion joint
TABLIER
DECK
remblai
embankment
voile
wall
semelle
footing
fondation
foundation
appui intermédiaire (pile)
intermediate support (pier)
chevêtre
cross head
colonne
column
semelle
footing
fondation
foundation
appui d'extrémité (pile - culée)
end support (abutment - pier)
APPUIS
SUPPORTS

RÉPERTOIRE DES DOSSIERS-PILOTES USUELS
INDEX OF USUALS "DOSSIERS-PILOTES"

On trouvera ci-dessous la liste des dossiers-pilotes principaux (tabliers et appuis) avec, pour chacun d'eux, l'indication du sigle correspondant et un schéma simplifié de la structure, ainsi que celle des dossiers-pilotes complémentaires (fondations, ouvrages de soutènement, équipements).

You will find undermentionned the list of the main "dossiers-pilotes" (decks and supports), each accompanied by its abbreviation coding and a simplified diagram of the structure, as also the list of the supplementaries "dossiers-pilotes" (foundations, retaining walls, fittings).

1 Dossiers-pilotes principaux
Main "dossiers-pilotes"

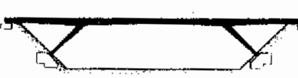
PI-CF Passage Inférieur en Cadre Fermé
Underpass closed frame



PI-PO Passage Inférieur en Portique Ouvert
Underpass open frame



PS-BQ Passage Supérieur à Béquilles
Overpass portal bridge



PSI-DA Passage Supérieur ou Inférieur en Dalle Armée
Over or underpass with reinforced slab

PSI-DP Passage Supérieur ou Inférieur en Dalle Précontrainte
Over or underpass with prestressed slab



PSI-DE Passage Supérieur ou Inférieur en Dalle Elégie
Over or underpass with hollow slab



PSI-DN Passage Supérieur ou Inférieur en Dalle Nervurée
Over or underpass with ribbed slab

PSI-BA Passage Supérieur ou Inférieur à poutres de Béton Armé
Over or underpass with reinforced concrete beams

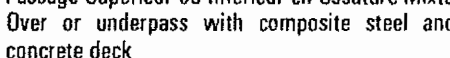
VI-PP Viaduc à travées Indépendantes à Poutres Précontraintes
Viaduct with independent spans and prestressed beams



PR-AD Poutres PRécontraintes par ADhérence
Pretensioned beams



PSI-OM Passage Supérieur ou Inférieur en Ossature Mixte
Over or underpass with composite steel and concrete deck



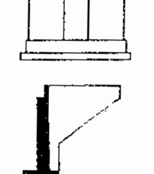


P.P. Piles et Palées
Piers



C.T. Culées Types
Standard abutments





2 Dossiers-pilotes complémentaires
Supplementaries "dossiers-pilotes"

FOND Fondations
Foundations

MUR Ouvrages de soutènement
Retaining walls

J.A.D.E.
ST.E.R.
G.C.
} Équipements / Fittings

CONSISTANCE ET MODE D'EMPLOI DES DOSSIERS-PILOTES

Chaque dossier-pilote constitue un guide détaillé et aussi complet que possible pour l'étude d'un projet de pont du type considéré. Leur commodité d'utilisation (présentation, homogénéité des notations et unités dans l'ensemble des dossiers-pilotes,...) a été l'un des soucis principaux lors de leur rédaction.

La composition générale d'un dossier-pilote est la suivante :

■ Pièces pilotes

Elles sont constituées par :

- une **notice générale** décrivant la structure, ses caractéristiques, son domaine d'emploi, les grandes lignes du programme de calcul automatique ;
- des **dessins pilotes** décrivant la morphologie de l'ouvrage ;
- des **indications** sur le dimensionnement, les calculs complémentaires, les dispositions constructives, les cas particuliers d'utilisation, etc...

■ Calcul automatique (pour les types les plus utilisés).

Il comporte :

- une note de présentation du programme, qui donne une idée d'ensemble sur les conditions d'accès au programme et sur ses possibilités, en fait l'analyse, et indique les calculs complémentaires éventuels à effectuer ;
- le **bordereau des données**, avec commentaires pour l'emploi ;
- une **note de calcul** commentée ;
- la **méthode de calcul** utilisée.

■ Modèle d'application.

Il facilite la compréhension et l'emploi du dossier.

■ Pièces complémentaires éventuelles.

Leur but est d'étendre le domaine d'emploi du dossier-pilote à des cas particuliers non traités par le programme de calcul automatique (biais important, courbure en plan, ...).

L'ensemble des pièces énumérées ci-dessus constitue toujours un dossier volumineux. Par exemple :

- le dossier-pilote PSI-DP comporte 400 pages 21×30 cm avec texte, graphiques, photos, planches ;
- le dossier-pilote P.P., dans sa forme actuelle encore incomplète, comporte déjà 600 pages avec texte, graphiques, photos,...

CONTENT AND UTILIZATION OF THE "DOSSIERS-PILOTES"

Each "dossier-pilote" constitutes a detailed guide, as complete as possible, to the designing of a bridge of the type in question. Their use convenience (presentation, homogeneity of the notations and the units for the whole of these "dossiers-pilotes" was one of main cares when writing them.

The overall composition of a "dossier-pilote" is as follows:

■ Steering documents.

These consist of:

- a **general manual** describing the structure, its characteristics, its range of use, and the broad outlines of the automatic design program;
- **steering drafts** describing the morphology of the structure;
- **information** concerning sizing, additional calculations, constructional arrangements, special cases of use, etc.

■ Automatic design (for the most widely used types).

This includes:

- an introductory note on the program, which provides an overall idea of the conditions of access to the program and of its capabilities, analyses it, and indicates any additional calculations that may have to be made;
- the **data-list with commentaries** concerning its use;
- a **calculation note with comments**;
- the **design method** used.

■ Model of application.

This makes it easier to understand and use the "dossier-pilote".

■ Possible additional documents.

Their purpose is to extend the range of use of the "dossier-pilote" to particular cases which are not dealed in the related automatic design program (large skew, plane curvature,...).

The complete set of documents listed above invariably constitues a bulky file. For example:

- The PSI-DP "dossier-pilote" consists of 400 21×30 cm pages of text, graphs, photographs, and plates.
- The P.P. "dossier-pilote", in its current still incomplete form, already consists of 600 pages of text, graphs, photographs, etc.

La succession des opérations pour l'obtention d'un calcul automatique de pont est, dans le cas le plus courant, la suivante :

- l'utilisateur ou client (public ou privé), après s'être assuré que les caractéristiques de l'ouvrage projeté rentrent bien dans le cadre du programme de calcul automatique, remplit un bordereau des données conforme au modèle, et l'envoie ensuite au S.E.T.R.A. ;
- après réception par le S.E.T.R.A., le bordereau est transmis au gestionnaire du dossier-pilote, qui le vérifie et apporte les corrections nécessaires le cas échéant ;
- le calcul automatique est alors exécuté et les résultats transmis au gestionnaire, qui en fait une vérification de vraisemblance.
- La note de calcul est ensuite expédiée à l'utilisateur.

Une grande part des programmes de calcul automatique est utilisable pour des règlements de charges autres que le règlement français ; c'est le cas en particulier pour les programmes suivants : PI-CF, PI-PO, PSI-DA, PSI-DP, PP.

The sequence of operations by which an automatic bridge design is obtained is, in the commonest case, as follows:

- The user or client (public or private), after having made sure that the characteristics of the designed structure do fall within the scope of the automatic design program, fills in a data-list as corresponding to the model and then sends it to the S.E.T.R.A.
- After S.E.T.R.A. has received the data-list, it is handed to the manager of the "dossier-pilote", who checks it and makes any corrections that might be necessary;
- The automatic design is then executed and the results handed to the manager, who checks that they appear reasonable.
- Afterwards, the design note is sent to the user.

Many of the automatic design programs can be used with loading codes other than the french one; this applies, notably, to the following programs: PI-CF, PI-PO, PSI-DA, PSI-DP and PP.

Rappel de quelques caractéristiques géométriques

PORTÉE, OUVERTURE : voir schéma ci-dessous .

BIAIS : le biais d'un ouvrage est défini par l'angle de ses lignes d'appui avec son axe longitudinal ; pour φ = 100 grades, l'ouvrage est **droit.**

ÉLANCEMENT : l'élancement d'un tablier est défini, en première approximation, par le rapport de son épaisseur à la portée biaise la plus grande.

Review of a few geomtrical characteristics

SPAN, OPENING: see diagram below.

SKEW: The skew of a structure is defined with the angle between its lines of support and its longitudinal centreline; for φ = 100 grades, the structure is **right.**

SLENDERNESS: The slenderness of a deck is defined, in first approximation, as the ratio of its thickness to the longest skewed span.

portée biaise
skew span
ouverture biaise
skew opening
φ
lignes d'appui
lines of support
axe longitudinal
longitudinal centreline

DOMAINE D'EMPLOI COURANT DES PONTS TYPES
PRÉDIMENSIONNEMENT DES TABLIERS

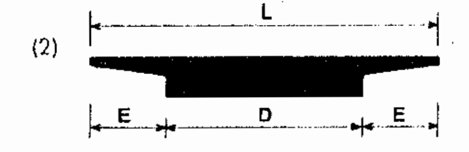
NORMAL RANGE OF USE OF STANDARD BRIDGES
PRELIMINARY DESIGN OF DECKS

DÉSIGNATION / DESIGNATION	ANGLE DE BIAIS minimal (1) / minimum SKEW ANGLE (grades)	DIMENSIONS TRANSVERSALES (2) / TRANSVERSE DIMENSIONS: E_{max} (m)	DIMENSIONS TRANSVERSALES / TRANSVERSE DIMENSIONS: $\frac{D}{L}$ mini	PORTÉES MAXI. CONSEILLÉES / RECOMMENDED MAXI. SPANS: 1 travée / 1 span	PORTÉES: 2 travées ou plus / 2 or more spans: épaisseur constante / constant thickness	PORTÉES: 2 travées ou plus / 2 or more spans: épaisseur variable / variable thickness	ÉLANCEMENT CONSEILLÉ / RECOMMENDED SLENDERNESS: 1 travée / 1 span	2 travées / 2 spans: épaisseur constante / constant thickness	2 travées / 2 spans: épaisseur variable / variable thickness: sur appui / on support	2 travées / 2 spans: épaisseur variable / variable thickness: en travée / in span	3 travées ou plus / 3 or more spans: épaisseur constante / constant thickness	3 travées ou plus / 3 or more spans: épaisseur variable / variable thickness: sur appui / on support	3 travées ou plus / 3 or more spans: épaisseur variable / variable thickness: en travée / in span
PI-CF	65	—	—	10	—	—	1/25	—	—	—	—	—	—
PI-PO	65	—	—	20	—	—	1/25	—	—	—	—	—	—
PS-BQ	80	selon structure depending on structure	—	—	—	35	—	—	—	—	—	1/20	1/30
PSI-DA	65	0,2 ℓ (3)	0,5	15	18	—	1/22	1/23	—	—	1/28	—	—
PSI-DP	50	0,2 ℓ	0,5	22	25	—	1/25	1/28	—	—	1/33	—	—
PSI-DE	70	—	—	22	25	35	1/22	1/25	1/20	1/30	1/30	1/24	1/42
PSI-DN	65	0,2 ℓ	0,5	25	35	45	1/22	1/25	1/20	1/30	1/30	1/24	1/42
PSI-BA	60	1,5	—	35	20	—	1/15	—	—	—	1/20	—	—
VI-PP	70	1,5	—	50	—	—	1/17 à 1/22	—	—	—	—	—	—
PR-AD	70	—	—	30	—	—	1/20 à 1/22	—	—	—	—	—	—
PSI-OM	60	2	—	80			1/25 à 1/35 (4)						

(1) Les valeurs minimales indiquées pour l'angle de biais correspondent aux possibilités du programme de calcul automatique ; pour des valeurs inférieures, un calcul complémentaire est à prévoir (M.R.B., ... cf. page 20).

The minimum values given for the skew angle are limited by the capabilities of the automatic design program. For smaller values, an additional calculation would be required (M.R.B.,... cf. page 20).

(2)



(3) ℓ : portée biaise la plus longue
ℓ : longest skewed span

(4) hauteur des poutres seule
height of beams alone

N.B. - Si le nombre de travées est supérieur à celui indiqué pour chacun des programmes, une adaptation est nécessaire.

N.B. - If the number of spans is greater than that indicated for the program in question, the latter will need to be adapted.

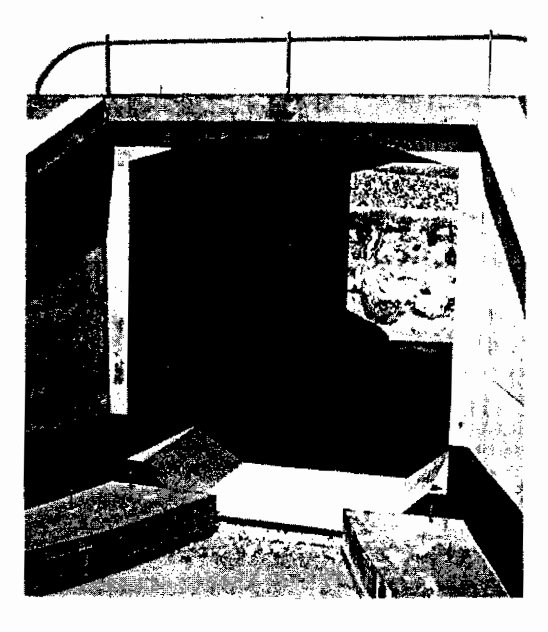


PONT EN CADRE FERMÉ DE BÉTON ARMÉ

L'ouvrage type PI-CF est un cadre fermé en béton armé reposant sur le sol de fondation par sa face inférieure. Il est complété par des murs de soutènement destinés à retenir les terres qui constituent le remblai de la plate-forme.

C'est l'ouvrage le plus utilisé pour les franchissements de voies de faible largeur, car il allie robustesse et facilité d'exécution ; il convient au franchissement de toute voie s'accommodant d'une ouverture biaise inférieure à 12 m.

Il peut être intéressant d'admettre un remblai sur certains cadres : un ouvrage sous remblai de 2 à 3 m est, en effet, généralement plus économique q'un ouvrage dégageant un gabarit surabondant, et d'un aspect plus satisfaisant.



CLOSED FRAME REINFORCED CONCRETE BRIDGE

The PI-CF structure is a closed frame of reinforced concrete with its bottom surface resting on the foundation soil. It is completed by retaining walls intended to keep in the earth constituting the embankment of the formation.

This is the type of structure most widely used to bridge narrow roads, since it combines strength with ease of execution; it is suitable for bridging any road that can make do with a skewed opening of less than 12 m.

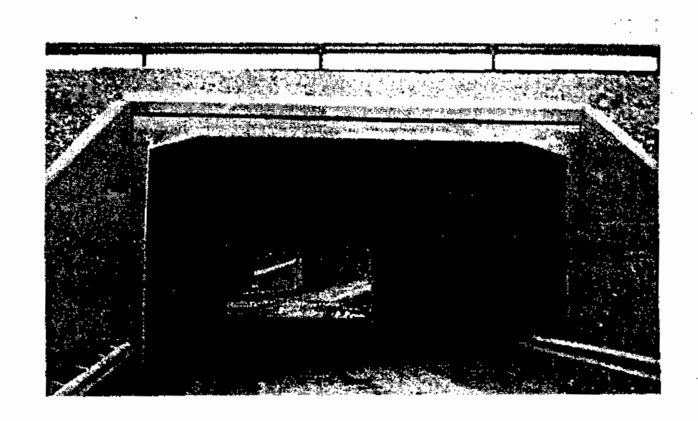
It may be advantageous to accept a fill on certain frames: a structure having a two or three metre embankment is generally more economical than a structure providing more clearance than is needed, and is also more attractive.

mur en retour indépendant
independant side wall

cadre

mur en aile
wing - wall

mur en retour solidaire du cadre
side - wall rigidly locked with the frame





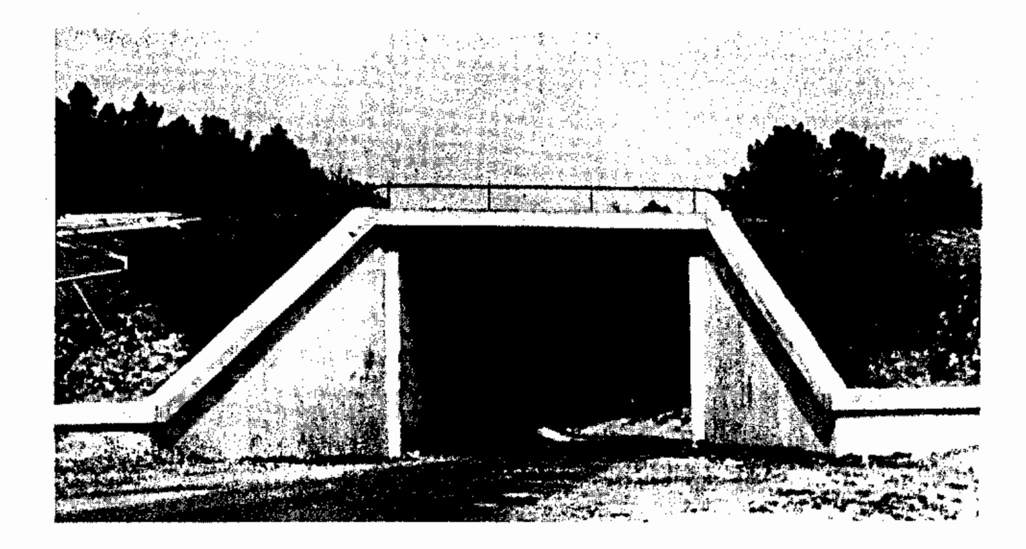
Le cadre s'accommode d'une faible profondeur de fondation et d'un sol médiocre : la pression moyenne sur le sol est de l'ordre de 0,1 MPa (1 kg/cm²).

L'épaisseur conseillée de la dalle supérieure est de 1/25 de l'ouverture biaise.

L'angle de biais, dans le domaine d'emploi courant, est compris entre 100 et 65 grades ; en deçà de cette limite, le comportement mécanique de l'ouvrage devient complexe et n'est plus conforme au schéma de calcul.

Le programme de calcul automatique détermine les épaisseurs de béton, ainsi que le ferraillage. Il peut être également utilisé comme vérificateur, les trois épaisseurs du cadre étant alors fixées. Il est complété par une séquence facultative de dessin automatique du coffrage et des ferraillages.

Le nombre d'ouvrages calculés annuellement par le programme est de 200 environ.



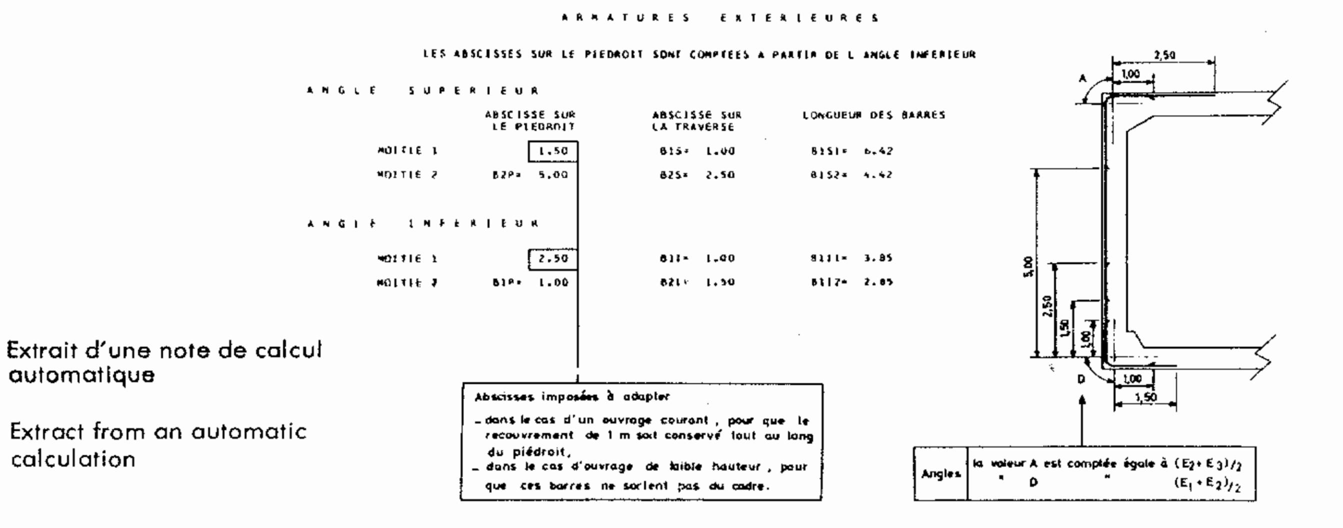
The frame can make do with a shallow foundation and mediocre soil: the mean pressure on the soil is in the order of 0.1 MPa (1 kg/cm²).

The recommended thickness of the top slab is 1/25 of the skewed opening.

The skew angle, under normal conditions, is included between 100 and 65 grades; below this limit, the mechanical behaviour of the structure becomes complex and no longer conforms to the design program.

The automatic design program determines the thicknesses of the concrete as well as of the reinforcement. It may also be used as a check, with the three thicknesses of the frame being fixed in this case. Finally it contains an optional sequence of automatic drafting for the forms and reinforcements.

This program is used to design about 200 bridges a year.



ARMATURES EXTERIEURES

LES ABSCISSES SUR LE PIEDROIT SONT COMPTEES A PARTIR DE L ANGLE INFERIEUR

ANGLE SUPERIEUR

	ABSCISSE SUR LE PIEDROIT	ABSCISSE SUR LA TRAVERSE	LONGUEUR DES BARRES
MOITIE 1	1.50	B1S= 1.00	B1S1= 6.42
MOITIE 2	B2P= 5.00	B2S= 2.50	B1S2= 4.42

ANGLE INFERIEUR

	ABSCISSE SUR LE PIEDROIT	ABSCISSE SUR LA TRAVERSE	LONGUEUR DES BARRES
MOITIE 1	2.50	B1I= 1.00	B1I1= 3.85
MOITIE 2	B1P= 1.00	B2I= 1.50	B1I2= 2.85

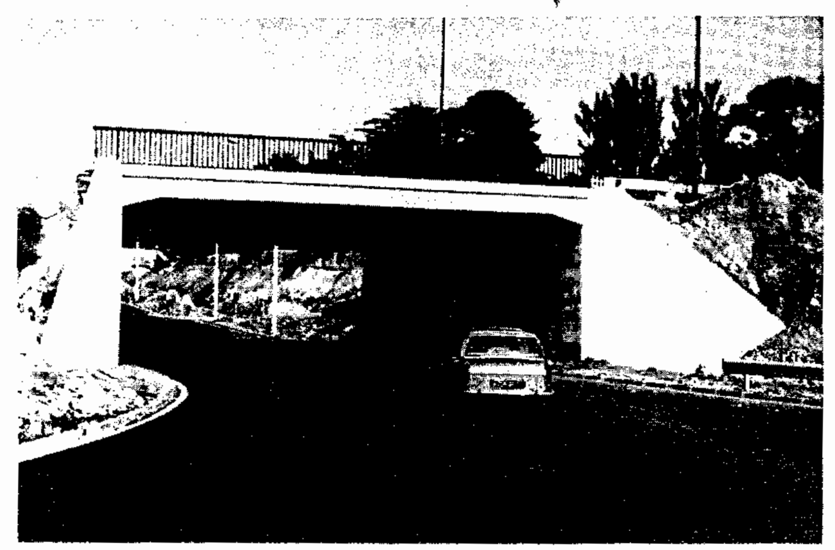
Abscisses imposées à adapter
- dans le cas d'un ouvrage courant, pour que le recouvrement de 1 m soit conservé tout au long du piédroit,
- dans le cas d'ouvrage de faible hauteur, pour que ces barres ne sortent pas du cadre.

Angles	la valeur A est comptée égale à $(E_2+E_3)/2$
	" D " $(E_1+E_2)/2$

Extrait d'une note de calcul automatique

Extract from an automatic calculation





OPEN FRAME REINFORCED CONCRETE BRIDGE

The PI-PO structure is an open frame of reinforced concrete, most often founded on footings. It is completed by retaining walls intended to retain the earth constituting the embankment of the formation.

The open portal frame is used for skew opening ranging from 10 to 22 m.

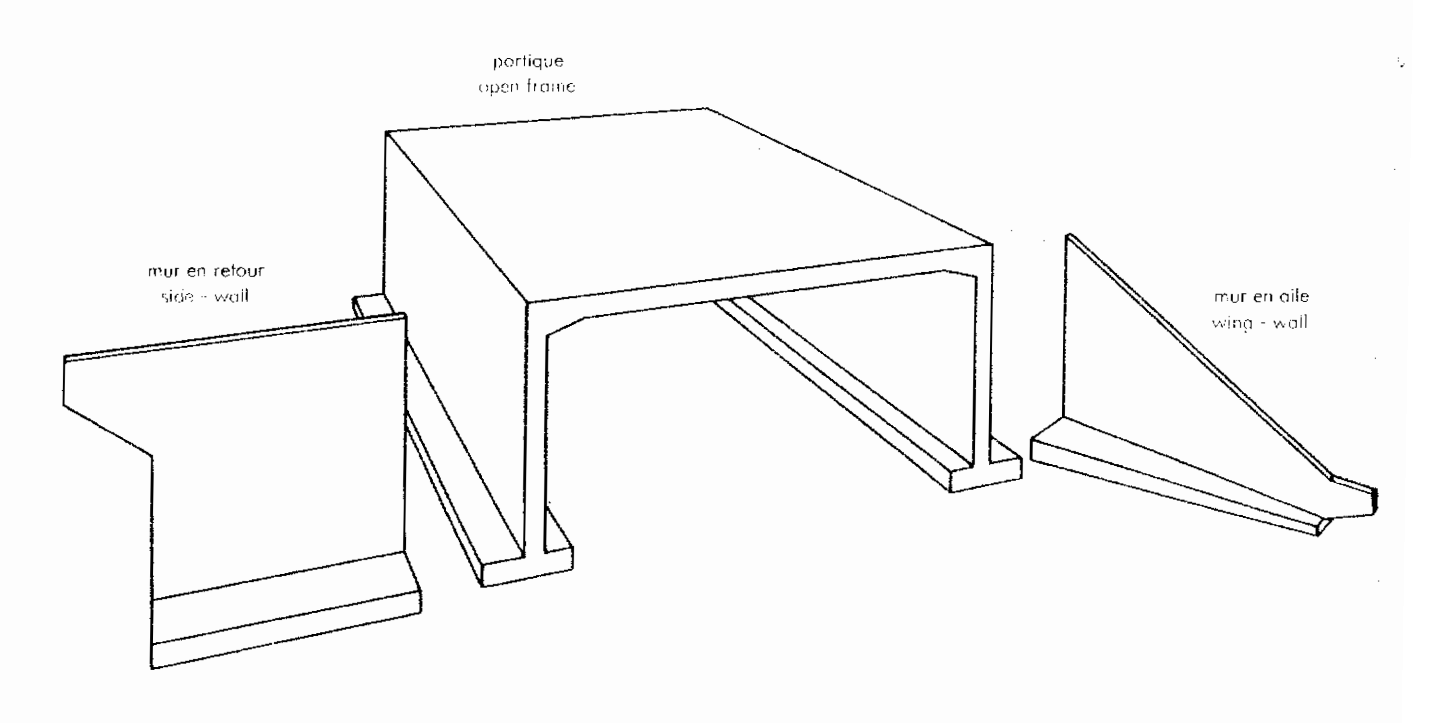
A structure on footings requires a foundation soil of good quality (allowable pressure greater than 2.5 kg/cm^2 or 0.25 MPa); if this is not the case, a foundation with vertical or batter piles must be considered.

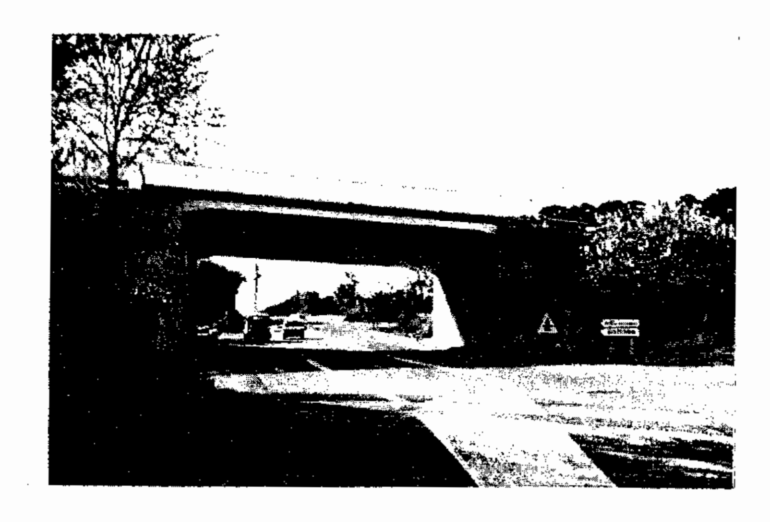
PONT EN PORTIQUE OUVERT DE BÉTON ARMÉ

L'ouvrage type PI-PO est un portique ouvert en béton armé, fondé le plus souvent sur semelles. Il est complété par des murs de soutènement destinés à retenir les terres constituant le remblai de la plate-forme.

Le domaine d'emploi du portique ouvert se situe entre 10 et 22 m d'ouverture biaise.

Il nécessite un sol de fondation de bonne qualité pour un ouvrage sur semelle (pression admissible supérieure à 2,5 kg/cm^2 ou 0,25 MPa) ; dans le cas contraire il faut envisager une fondation sur pieux verticaux ou inclinés.





The recommended slab thickness is 1/25 of the skewed opening.

The skew angle, in the range of normal use, is included between 100 and 65 grades; below this limit, the mechanical behaviour of the structure becomes complex and no longer conforms with the design program.

The automatic design program determines the thicknesses of concrete and the reinforcement, but may also be used for checking. It also contains an optional program for the automatic drafting ot the forms and reinforcements.

The "dossier-pilote" also provides the elements necessary for the design and calculation of various special cases, such as open frames on piles or open frames with a pronounced skew. The design of an open frame on vertical piles is obtained from a PI-PO calculation note and a design note from a special program in which the interaction between the structure and the foundation is studied. For open frames with a pronounced skew, the PI-PO calculation is followed by a calculation using the M.R.B. program (cf. page 20).

The program is used to design about 150 bridges a year.



L'épaisseur conseillée de la dalle est de 1/25 de l'ouverture biaise.

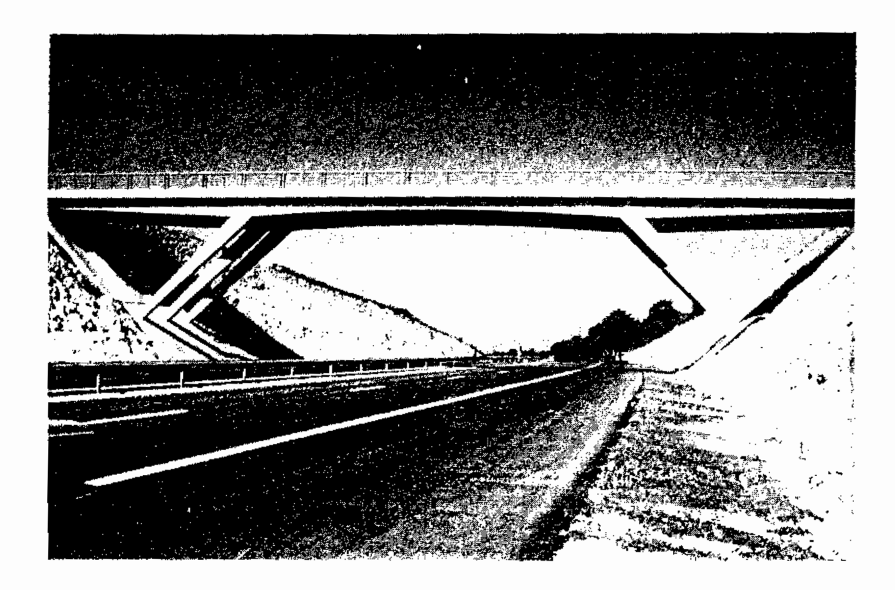
L'angle de biais, dans le domaine d'emploi courant, est compris entre 100 et 65 grades ; en deçà de cette limite, le comportement mécanique de l'ouvrage devient complexe et n'est plus conforme au schéma de calcul.

Le programme de calcul automatique détermine les épaisseurs de béton et le ferraillage, mais il peut aussi être utilisé comme vérificateur. Il est complété par un programme, facultatif, de dessin automatique du coffrage et des ferraillages.

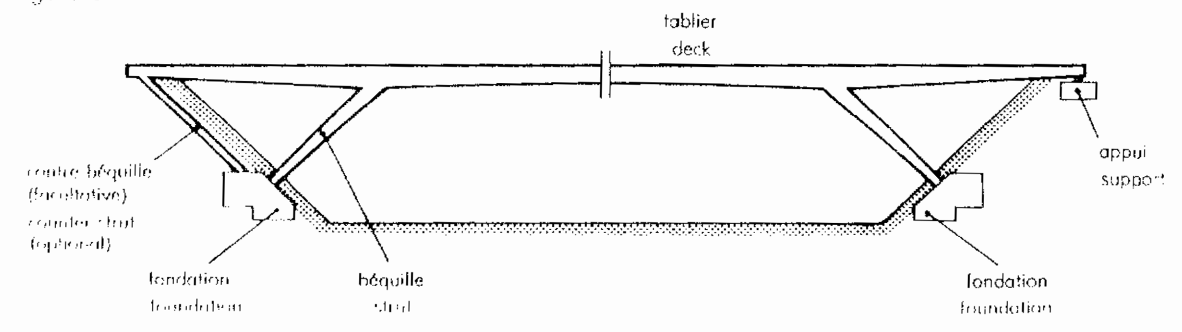
Le dossier donne, de plus, les éléments nécessaires à la conception et au calcul de divers cas particuliers tels que portiques ouverts sur pieux ou portiques ouverts de biais prononcé. Le calcul d'un portique ouvert sur pieux verticaux s'obtient à partir d'une note de calcul PI-PO et d'une note de calcul selon un programme particulier où l'interaction entre la structure et la fondation est étudiée. Pour les portiques de biais prononcé, le calcul PI-PO est suivi par un calcul selon le programme M.R.B. (cf. page 20).

Le nombre d'ouvrages calculés annuellement par le programme est de 150 environ.

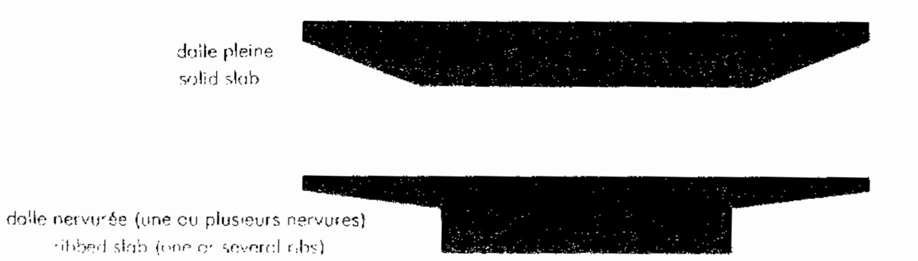
PONT A BÉQUILLES A TABLIER DE BÉTON PRÉCONTRAINT



vue d'ensemble
general view



sections transversales
cross - sections



caisson
box - girder

Le pont à béquilles est une structure avec appuis solidaires, à tablier en béton précontraint (dalle pleine, dalle nervurée ou caisson).

Ce type de structure, qui permet de franchir des brèches relativement larges sans appuis intermédiaires et en dégageant un gabarit important sur une grande largeur, présente un intérêt esthétique certain, ce qui peut conduire à l'adopter en certains points spécialement choisis. C'est ainsi qu'il peut, par exemple, remplacer avantageusement une solution classique dans le cas d'une route ou d'une autoroute en déblai important, en assurant le meilleur dégagement de la visibilité et en constituant un point fort susceptible de lutter contre la monotonie de la route.

Toutefois, cette structure nécessite un sol de bonnes caractéristiques dans le cas d'une fondation superficielle et son biais est limité (angle de biais compris entre 100 et 80 grades) ; en deçà de cette limite, ce type de structure n'est à envisager que dans des cas très particuliers.

Un programme de calcul automatique permet de déterminer les efforts internes de la structure et d'évaluer la précontrainte nécessaire.



PORTAL BRIDGE WITH PRESTRESSED CONCRETE DECK

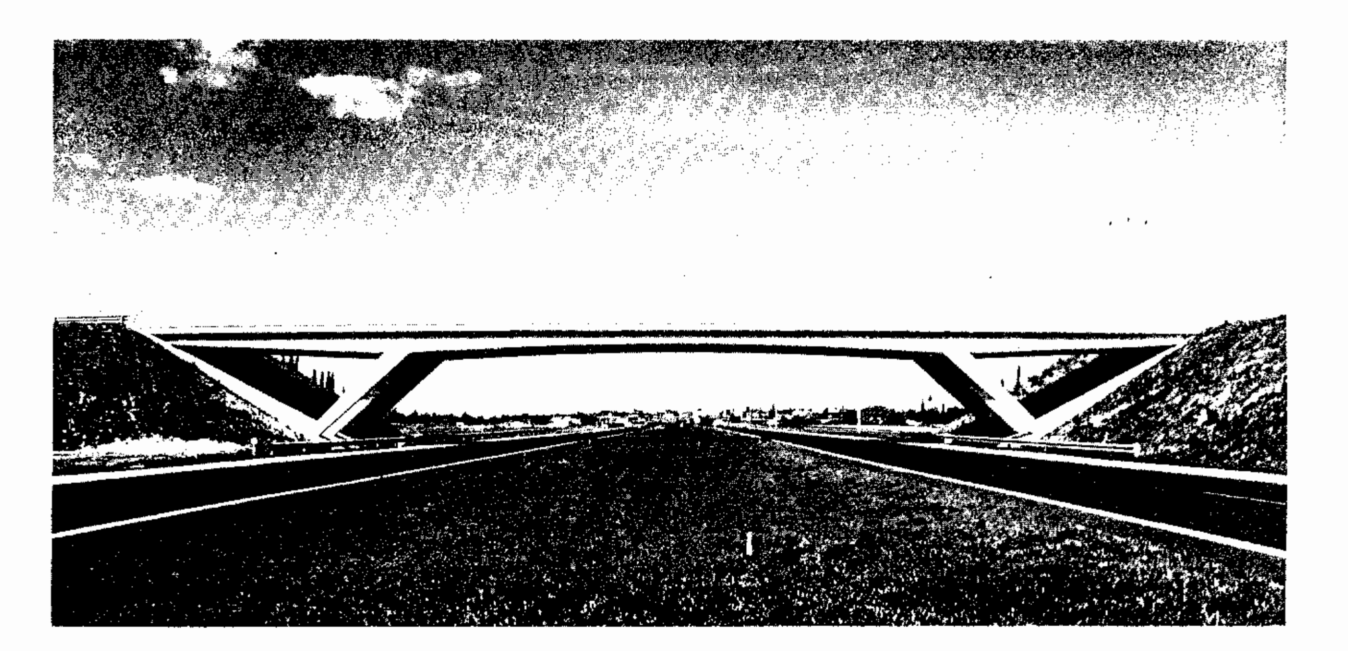


The portal bridge is a structure with integral supports and a prestressed concrete deck (solid salb, ribbed slab or box girder).

This type of structure, which enables to bridge relatively wide gaps without intermediate supports, leaving a substantial clearance over a great width, has definite aesthetic advantages that may lead to its use at certain judiciously chosen locations. It may, for example, be better than a conventional structure in the case of a highway or motorway in a long cutting, leaving the view as unobstructed as possible and creating a striking feature capable of interrupting the monotony of the road.

However, this structure requires a soil having the right properties, in the case of superficial foundations, and its skew is limited (skew angle included between 100 and 80 grades); below this limit, this type of structure may be considered only in very special cases.

An automatic design program may be used to determine the internal stresses of the structure and evaluate the prestressing required.





TABLIER EN DALLE CONTINUE DE BÉTON ARMÉ

Ce tablier est constitué par une dalle de béton armé d'épaisseur constante, avec ou sans encorbellements latéraux, à travées indépendantes ou continues, et de biais modéré.

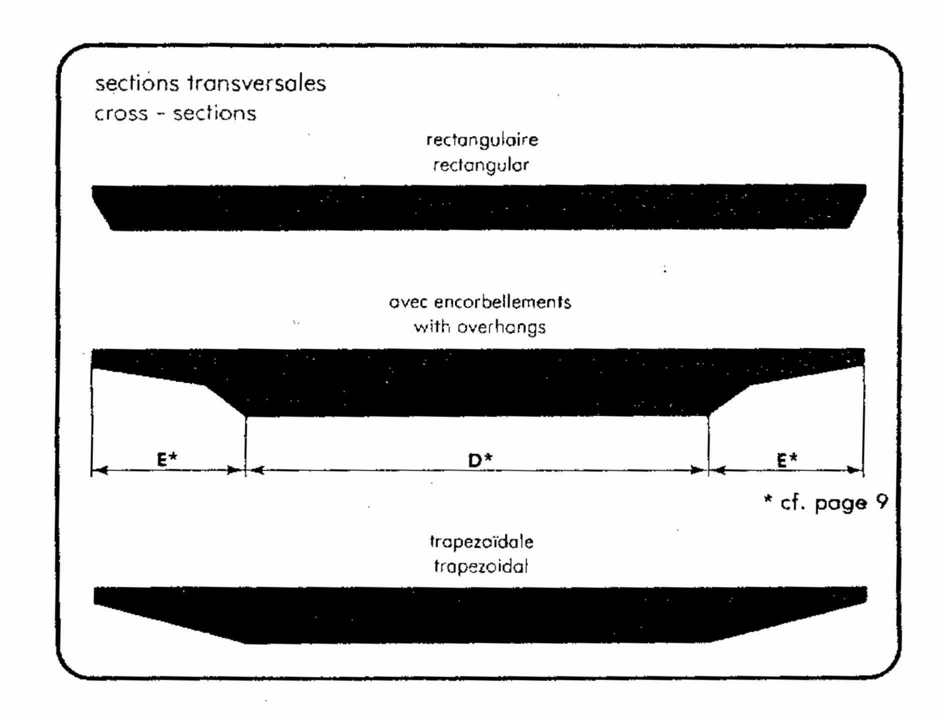
Son domaine d'emploi est le franchissement de routes ou d'autoroutes lorsque la portée biaise la plus longue ne dépasse pas 18 m ; toutefois cette dernière valeur, qui correspond à des conditions économiques valables en France actuellement, peut être augmentée sans inconvénient si besoin est.

L'élancement, qui dépend du nombre de travées et des rapports entre les portées, varie de 1/22 pour une travée indépendante à 1/28 pour une dalle continue d'au moins 3 travées. Ces valeurs sont données pour une dalle de section rectangulaire ou avec de petits encorbellements latéraux ; en cas d'encorbellements notables et dans la limite définie aux schémas, l'épaisseur peut être augmentée d'environ 10 %.

Le programme de calcul automatique s'appuie sur les règlements en vigueur en France, tant en ce qui concerne les charges des ponts-routes que l'emploi du béton armé ; cependant un ensemble de « charges généralisées » permet de prendre en compte d'autres systèmes de charges. Après un dimensionnement (facultatif) de la dalle en épaisseur, le programme fournit les efforts appliqués, les ferraillages à mettre en œuvre et un avant-métré sommaire ; il est complété par un dessin automatique des ferraillages.

Le domaine d'application du programme limite à 6 le nombre de travées et à 65 grades l'angle de biais.

Le nombre d'ouvrages déjà calculés s'élève à 1 500 environ (150 par an).





REINFORCED CONCRETE CONTINUOUS SLAB DECK

This deck consists of a reinforced concrete slab of constant thickness, with or without side overhangs, with simply supported or continuous spans, of moderate skew.

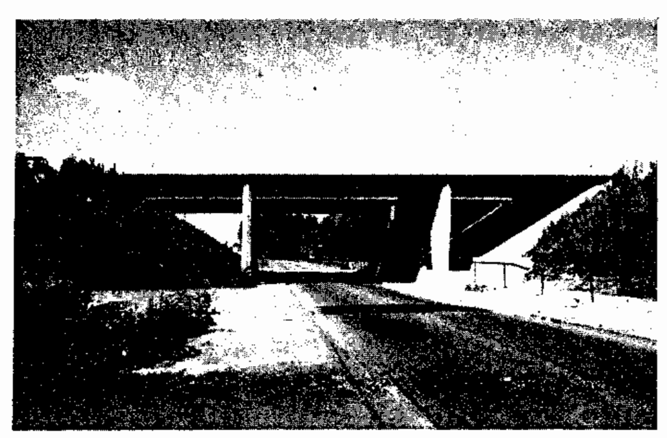
It is used to span road or motorways when the longest skew span does not exceed 18 m; however this value, determined by the economic conditions currently prevailing in France, can be increased without difficulty if necessary.

The slenderness ratio, which depends on the number of spans and the ratio between the spans, range from 1/22 for a simply supported span to 1/28 for a continuous slab of at least three spans. These values are given for a slab of rectangular cross-section, or with small side overhangs; in the case of wide overhangs, and within the limit specified in the diagrams, the thickness may be increased by about 10 %.

The automatic design program is based on the up-to-date building code in France as regards both the loadings of road bridges and the reinforced concrete practice; however, a set of "generalized loads" makes it possible to take other loading systems into account. After making (optional) thickness design of the slab, the program goes on to give the applied forces, the required reinforcements and a summary preliminary bill of quantities; it ends with the automatic drafting of the reinforcements.

The scope of application of the program limits the number of spans to 6 and the skew angle to 65 grades.

About 1 500 bridges of this type (150 a year) have already been designed.







TABLIER EN DALLE CONTINUE DE BÉTON PRÉCONTRAINT

sections transversales courantes
usual cross - sections

rectangulaire
rectangular

avec encorbellements
with overhangs

E* D* E*

* cf. page 9

autres sections
other cross - sections

Ce tablier est constitué par une dalle de béton d'épaisseur constante, précontrainte dans le sens longitudinal et armée transversalement, qui peut comporter ou non des encorbellements latéraux. Les travées sont indépendantes ou continues. Le tracé, rectiligne ou pouvant présenter une légère courbure en plan, doit cependant conserver à l'ouvrage un biais modéré.

Son domaine d'emploi est étendu et va du simple franchissement routier ou autoroutier à celui des carrefours dénivelés ou de cours d'eau.

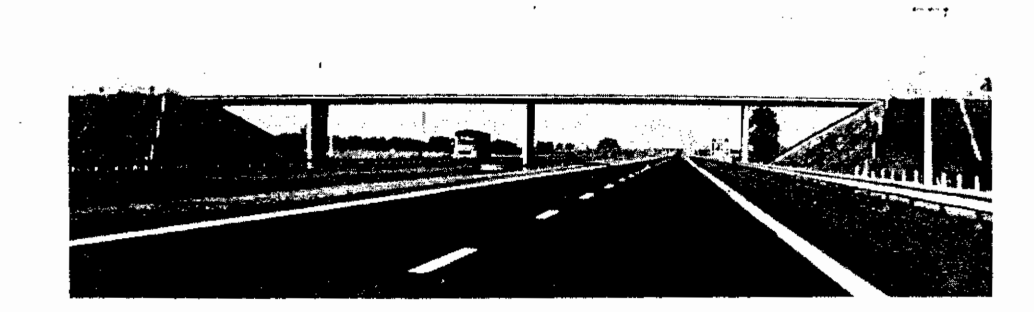
L'élancement, qui dépend du nombre de travées et des rapports entre les portées, varie de 1/25 pour une travée indépendante à 1/33 pour une dalle continue d'au moins 3 travées. Ces valeurs sont données pour une dalle de section rectangulaire ou avec de petits encorbellements latéraux ; en cas d'encorbellements notables, l'épaisseur peut être augmentée d'environ 10 %.

Le programme de calcul automatique peut être utilisé soit pour une recherche du câblage longitudinal, soit pour une vérification d'un câblage existant qui est alors introduit en données. Ce programme est conçu pour des dalles du type PSI-DP, dans le cadre de la réglementation en vigueur en France (règlement de charges et règlement de béton précontraint) ; il permet également l'étude des dalles selon le nouveau règlement de béton précontraint aux états limites. Il est complété par un dessin automatique du câblage.

Le domaine d'application du programme limite à 6 le nombre de travées et à 50 grades l'angle du biais ; la courbure en plan est limitée de telle sorte que le rapport de la portée la plus longue au rayon de courbure soit au plus égal à 0,3.

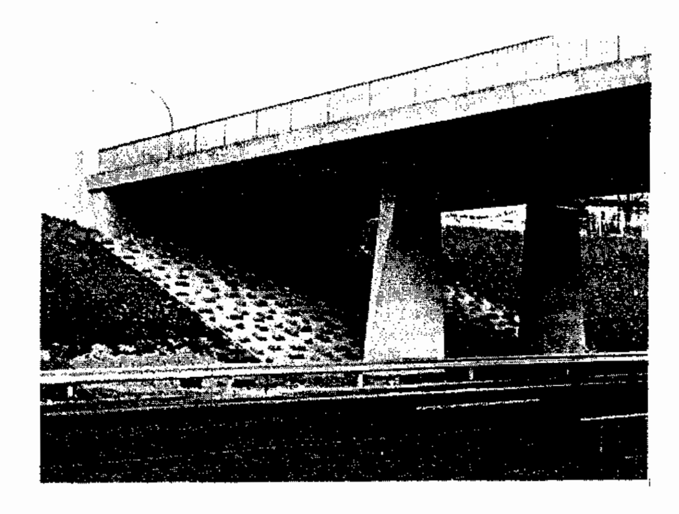
Par ailleurs, outre l'utilisation du programme PS1-DP avec d'autres règlements de charges, comme il est indiqué page 8, on peut envisager son utilisation avec d'autres règlements de calcul.

Avec près de 300 calculs annuels, le programme PSI-DP est actuellement en tête des utilisations, le nombre d'ouvrages déjà calculés s'élevant à 3 500 environ.





PRESTRESSED CONCRETE CONTINUOUS SLAB DECK



This deck consists of a concrete slab of constant thickness, prestressed longitudinally and reinforced transversely, which may or may not include side overhangs. The spans may be simply supported or continuous. The alignment, rectilinear or with a slight curvature in plan, should however hold a moderate skew for the structure.

The range of use is large, extending from simply spanning a road or motorway to spanning interchanges or rivers.

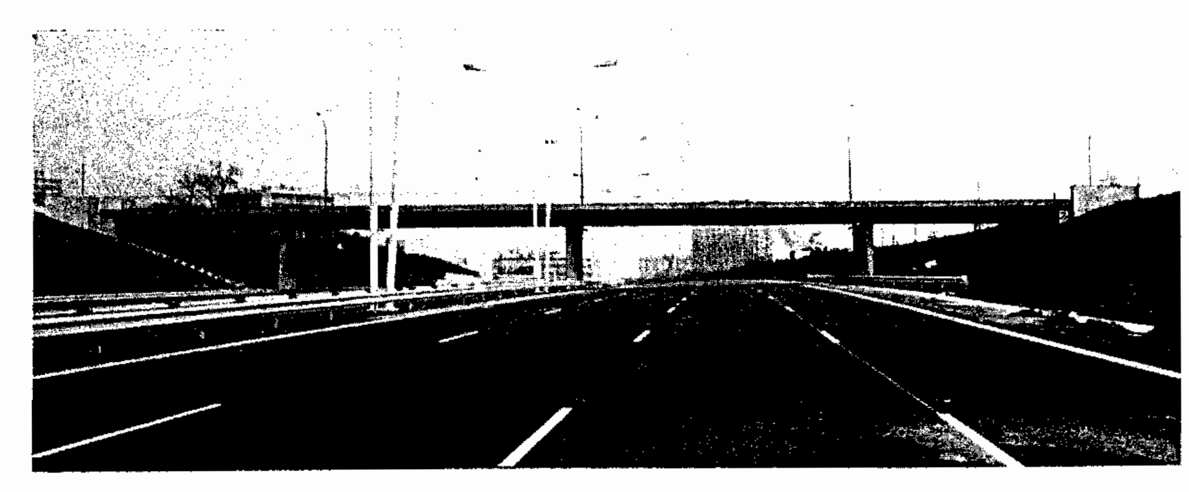
The slenderness ratio, which depends on the number of spans and the ratio between the spans, ranges from 1/25 for a simply supported span to 1/33 for a continuous slab of at least three spans. These values are given for a slab of rectangular cross-section or with small side overhangs; in the case of wide overhangs, the thickness may be increased by about 10 %.

The automatic design program may be used either to determine the longitudinal prestressing or to check an existing prestressing, which is then included in the input data. This program is designed for slabs of the PSI-DP type in the context of the up-to-date building code in France (loading code and prestressed concrete code); it may also be used to design the slabs in accordance with the new prestressed concrete limit-states design code. It is completed by automatic drafting of the tendons profiles.

The scope of application of the program limits the number of spans to 6 and the skew angle to 50 grades; the horizontal curvature is limited in such a way that the ratio of the longest span to the radius of curvature is not more than 0.3.

Furthermore, in addition to the use of the PSI-DP program with other loading codes, as indicated on page 8, its use with other design codes may also be envisaged.

With about 300 designs a year, the PSI-DP program is currently the most widely used, with about 3 500 bridges having already been designed.

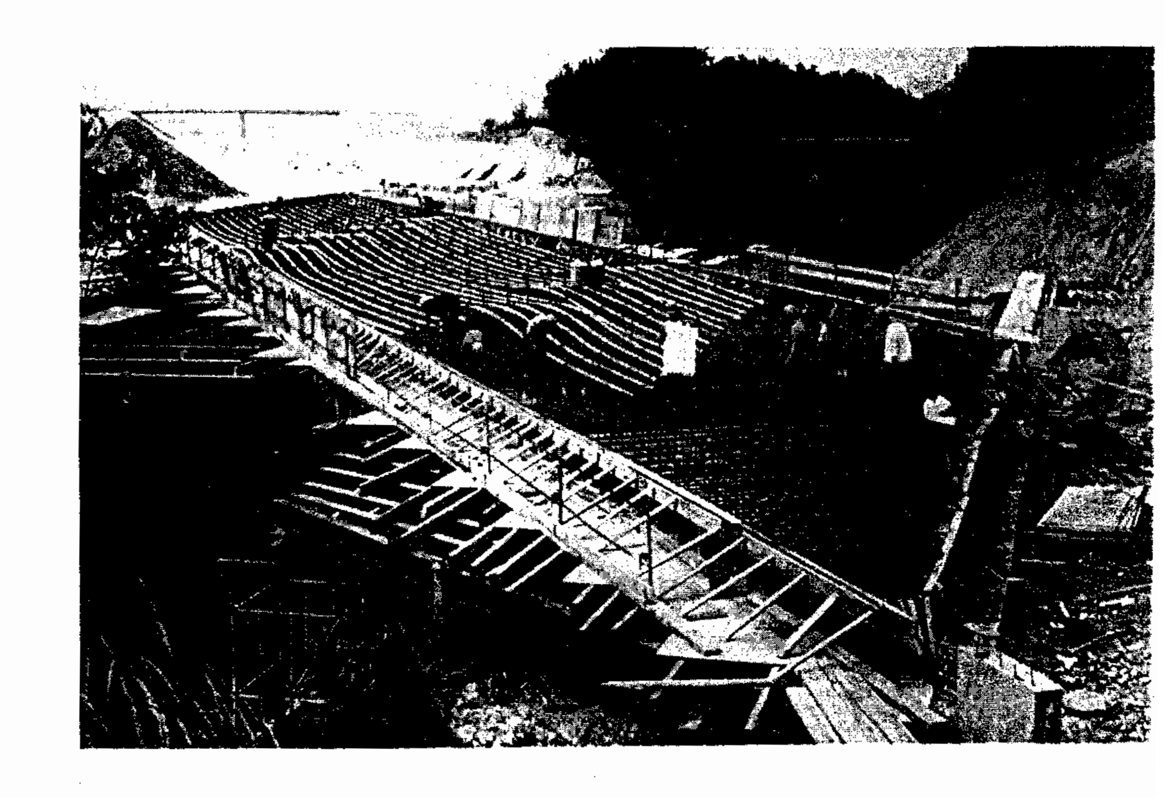


PONTS-DALLES TRÈS BIAIS

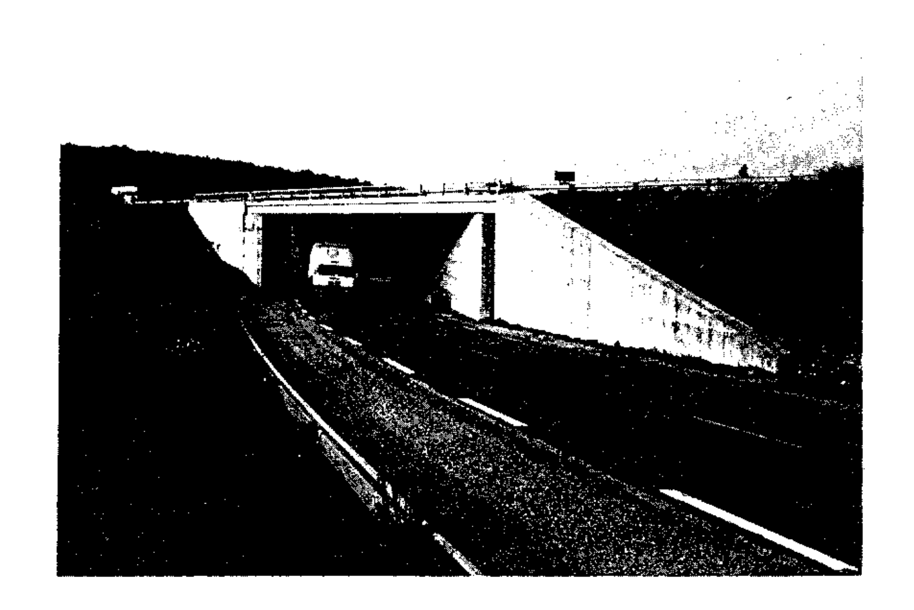
Les programmes de calcul automatique des structures en dalle PI-PO, PSI-DA et PSI-DP ne sont plus utilisables lorsque l'angle de biais devient trop faible (moins de 65 grades pour PI-PO et PSI-DA, moins de 50 grades pour PSI-DP) : en ce cas il y a lieu d'effectuer un calcul par le programme M.R.B.

Le programme M.R.B. (« Méthode des Réflexions Biharmoniques ») a pour objet le calcul automatique des structures et tabliers en dalle présentant un biais prononcé (angle de biais inférieur à la valeur limite définie par le dossier-pilote correspondant, par exemple portique ouvert biais à 40 grades). Ce programme s'applique à toute dalle homogène, isotrope et d'inertie constante, dont les bords libres sont rectilignes et parallèles ou circulaires et concentriques, et dont les conditions d'appui sont quelconques.

Deux programmes d'application ont été établis : MRB-BA pour les structures en béton armé et MRB-BP pour les structures en béton précontraint ; ils sont complétés par un dossier-pilote comportant deux modèles d'application et donnant de nombreuses indications sur les dispositions constructives spécifiques à ce genre de structure.



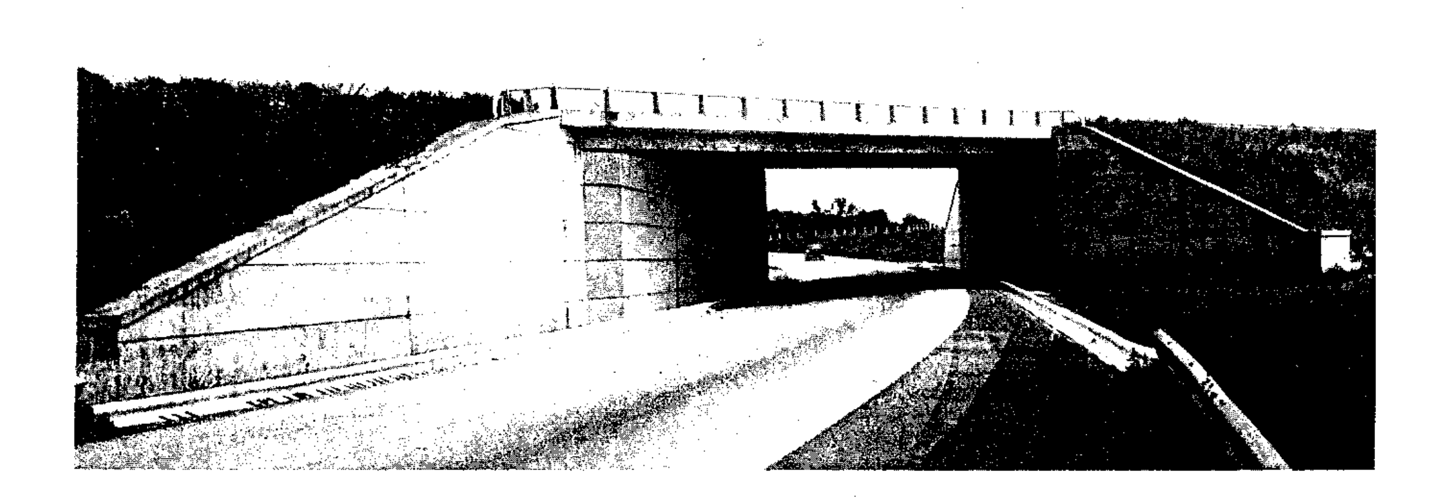
HIGHLY SKEWED SLAB BRIDGES



The automatic design programs for slab structures PI-PO, PSI-DA and PSI-DP are no longer valid when the skew angle becomes too small (less than 65 grades in the case of PI-PO and PSI-DA and less than 50 grades in that of PSI-DP): in that case a calculation using the M.R.B. program is required.

The object of the M.R.B. program (« Méthode des Réflexions Biharmoniques ») is the automatic design of slab decks and structures having a pronounced skew (skew angle less than the limiting value specified by the corresponding "dossier-pilote", such as an open frame with a skew of 40 grades). This program applies to any homogeneous and isotropic slab of constant inertia, with frees edges straight and parallel or circular and concentric, and with any support conditions.

Two application programs have been established: MRB-BA for reinforced concrete structures and MRB-BP for prestressed concrete structures; they are supplemented by a "dossier-pilote" that includes application models and provides substantial information concerning the constructional arrangements specific to this type of structure.



PSI-DE PSI-DN

TABLIER EN DALLE CONTINUE ÉLÉGIE OU NERVURÉE PRÉCONTRAINTE

DALLE ÉLÉGIE

Une structure en dalle élégie est caractérisée par la présence de vides longitudinaux dans la masse du béton, ce qui permet un gain appréciable de poids propre ; il en résulte des longueurs de portées plus grandes que dans le cas d'une dalle pleine, ce qui permet la réalisation de tabliers élancés dégageant plus largement la perspective.

Le domaine d'emploi de la dalle élégie est assez étendu, compte tenu des portées qui peuvent atteindre 35 m. Ce type de structure permet notamment d'apporter une solution au franchissement d'autoroutes de toutes largeurs sans appui sur le terre-plein central.

Selon les portées, l'épaisseur de la dalle peut être constante ou variable. Jusqu'à 25 mètres de portée environ, la dalle sera d'épaisseur constante ; au-delà, il est nécessaire de faire varier l'épaisseur dans la zone des appuis, à l'aide de goussets.

section transversale
cross - section



L'élancement, qui dépend du nombre de travées, varie de 1/22 pour une travée indépendante à 1/30 pour une dalle continue d'au moins 3 travées, d'épaisseur constante ; si l'épaisseur est variable, elle varie de 1/20 sur l'appui central à 1/30 en travée dans le cas de 2 travées, et de 1/24 sur appuis intermédiaires à 1/42 en travée dans le cas de 3 travées et plus.

Le programme M.C.P. (automatisation des ponts-dalles d'inertie variable en béton précontraint par la « Méthode du câble Concordant construit par Points ») permet de calculer les efforts dans ce type de dalle en tenant compte des variations de rigidité transversale. La détermination du câblage par la méthode MCP s'affranchit totalement des difficultés dues aux variations d'inertie.

Le programme MCP fonctionne comme projeteur (géométrie donnée de la dalle et détermination automatique du nombre et du tracé des armatures de précontrainte) : il s'applique alors à des travées solidaires au nombre de 2 à 6, et de biais modéré (angle de biais compris entre 100 et 70 grades). Il peut également être utilisé comme vérificateur (géométrie donnée de la dalle et tracés d'armatures introduits par points) : il s'applique alors à des travées indépendantes ou continues jusqu'au nombre de 6, avec même limitation du biais que ci-dessus.

Le nombre total d'ouvrages calculés est de 400 environ.

DALLE NERVURÉE

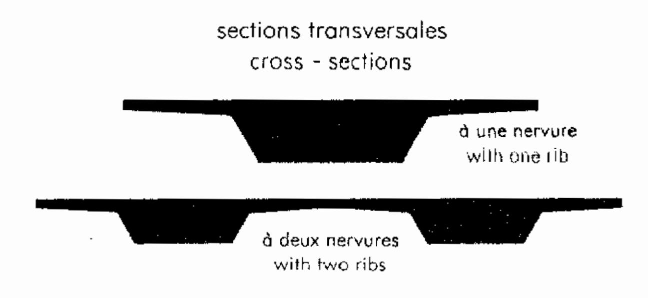
La dalle nervurée est une dalle pleine avec de grands encorbellements latéraux. Elle présente des avantages analogues à ceux de la dalle élégie avec, en plus, une incidence favorable du point de vue esthétique.

Dalle simplement nervurée. Ce type de dalle, qui comporte une seule nervure, a le même domaine d'emploi que la dalle élégie. Le dimensionnement de ces dalles, d'épaisseur constante ou variable, est automatisé à l'aide du programme de calcul MCP.

Dalle multi-nervurée. Ce type de dalle, qui comporte au moins deux nervures, a le même domaine d'emploi que la dalle élégie, mais il est adopté surtout pour des ponts dont la largeur est supérieure à 14 m.

Le dimensionnement longitudinal de ces dalles à plusieurs nervures peut également être automatisé à l'aide du programme MCP, moyennant d'une part quelques adaptations au bordereau des données de ce programme et d'autre part l'emploi préalable d'un programme étudiant la répartition transversale des charges.

sections transversales
cross - sections





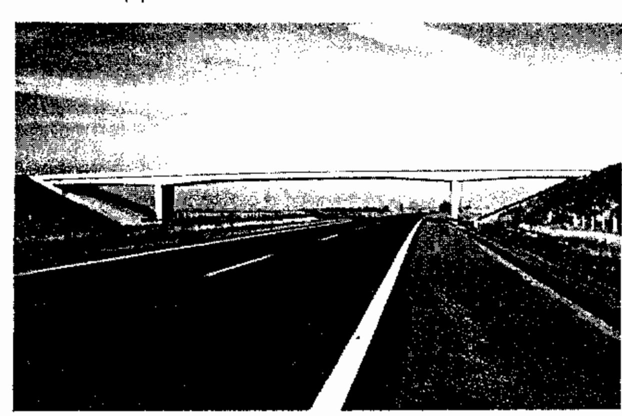
HOLLOW OR RIBBED PRESTRESSED CONTINUOUS SLAB DECK

HOLLOW SLAB

A hollow slab structure is characterized by the presence of longitudinal voids in the concrete, yielding an appreciable saving of dead load; this results in longer spans than with a solid slab, making it possible to build slender decks leaving a more unobstructed view.

The range of use of the hollow slab is rather extensive, thanks to spans of as much as 35 m. In particular, this type of structure gives a means of spanning motorways of all widths without a support on the central reserve.

The slab thickness may be constant or variable, depending on the span. Up to a span of about 25 metres, the slab thickness will be constant; for longer spans, the thickness must be increased with the aid of haunches in the vicinity of the supports.



The slenderness ratio, which depends on the number of spans, ranges from 1/22 for a simply supported span to 1/30 for a slab of constant thickness that is continuous over at least three spans; if the thickness is variable, it ranges from 1/20 on the middle support to 1/30 into the spans in the case of two spans, and from 1/24 on the intermediate supports to 1/42 into the spans in the case of three or more spans.

The M.C.P. program ("Méthode du câble Concordant construit par Points") may be used to determine the stresses in this type of slab with allowance for the variations in transverse rigidity. Determination of the prestressing by the MCP method eliminates completely the difficulties resulting from variations in inertia.

The MCP program serves as a design program (for a given slab geometrie, the number and lay-out of tendons are determined automatically): it then applies to from 2 to 6 continuous spans of moderate skew (skew angle included between 100 and 70 grades). It may also be used for checking (for a given slab geometrie and lay-out of tendons introduced with points): it then applies to simply supported spans or as many as 6 continuous spans, with the same skew limitation as above.

The total number of bridges designed is about 400.

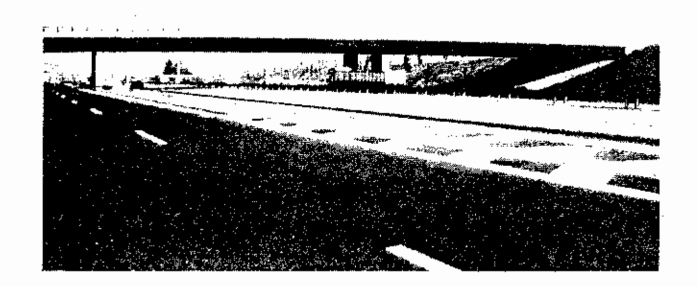
RIBBED SLAB

The ribbed slab is a solid slab with wide side overhangs. It has advantages comparable to those of the hollow slab and more an attractive appearence as well.

Single-rib slab. This type of slab, which has a single rib, has the same range of use as the hollow slab. The design of these slabs, of constant or variable thickness, is automated using the MCP design program.

Multi-rib slab. This type of slab, which has at least two ribs, has the same range of use as the hollow slab, but is used primarily for bridges more than 14 m wide.

The longitudinal design of these multi-rib slabs can also be automated using the MCP program, but requires a few changes to the data-list of this program and also the prior use of a program studying the transverse loading distribution.



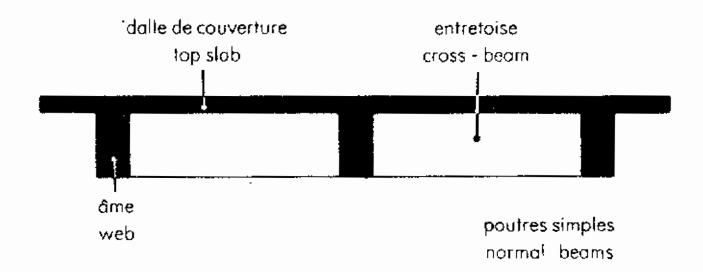


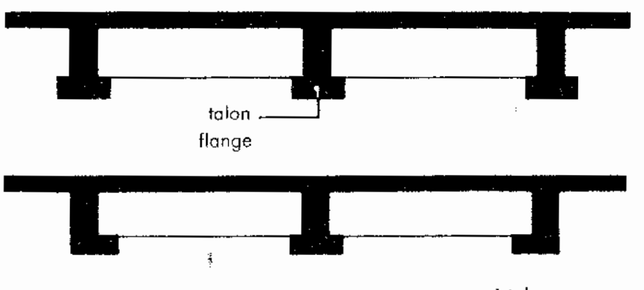
TABLIER A POUTRES CONTINUES DE BÉTON ARMÉ

Ce tablier est constitué par une série de poutres en béton armé associées à une dalle de couverture, et généralement reliées entre elles par des entretoises d'appui et des entretoises intermédiaires, ces dernières pouvant être supprimées. Les travées peuvent être indépendantes ou continues.

Les poutres sont de hauteur constante et peuvent comporter des talons (surtout dans le cas des travées indépendantes) ; les âmes peuvent être élargies au voisinage des appuis intermédiaires, dans le cas de travées continues. La dalle de couverture est d'épaisseur constante, sauf dans le cas des ponts à deux poutres, où cette épaisseur peut être variable afin de suivre le profil en travers de la chaussée.

coupes transversales courantes
usual cross - sections

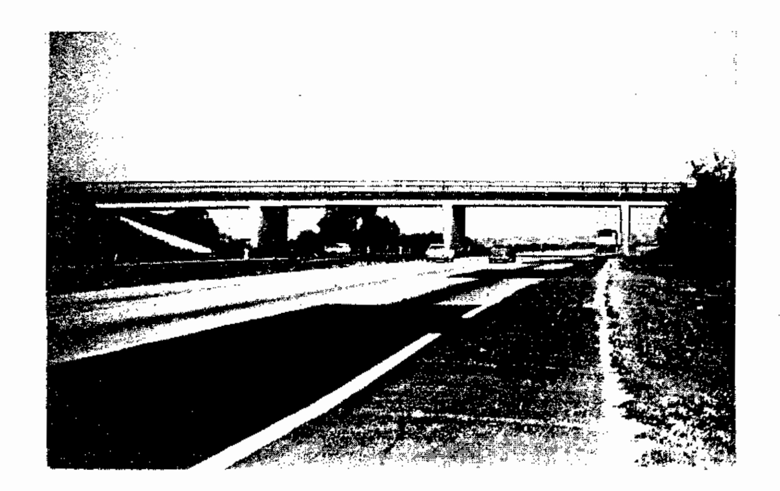


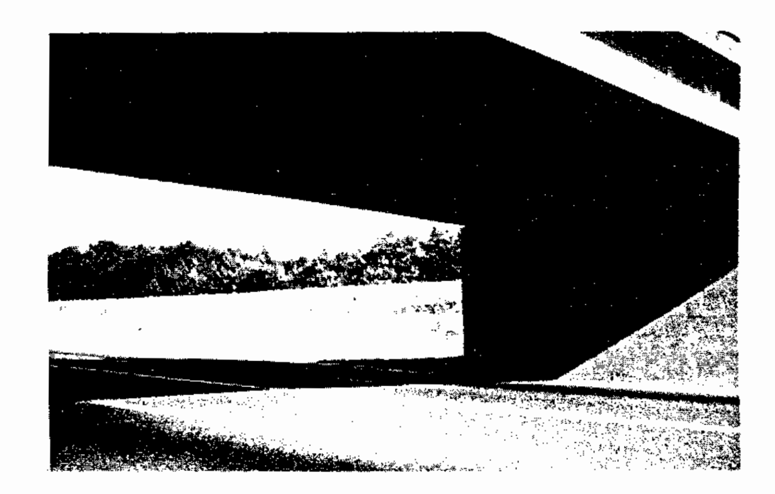


DECK WITH CONTINUOUS REINFORCED CONCRETE BEAMS

This deck consists of a series of reinforced concrete beams joined to a top slab and generally interconnected by cross-beams on supports and into spans (these latter may be omitted). The spans may be simply supported or continuous.

The beams are of constant height and may include flanges (espacially in the case of simply supported spans); in the case of continuous spans, the webs may be widened in the vicinity of the intermediate supports. The top slab is of constant thickness, except in the case of two beams bridges where this thickness may vary to match the transverse profile of the roadway.







Le domaine d'emploi de ce type d'ouvrage est celui des portées moyennes — entre 10 et 20 mètres — ce qui permet le franchissement de routes ou d'autoroutes avec un tablier continu; les travées indépendantes sont utilisées lorsque des tassements différentiels sont à craindre.

L'élancement varie de 1/15 pour une travée indépendante à 1/20 dans le cas de travées continues.

Actuellement en France, on construit peu d'ouvrages de ce type, mais il reste envisageable dans des cas particuliers, par exemple lorsqu'une telle structure est imposée, ou lorsqu'il s'agit de projets isolés faisant appel à des entreprises locales ayant toutefois une main-d'œuvre qualifiée.

Le programme de calcul automatique fournit la liste complète des efforts (dalle de couverture, entretoises, poutres), la disposition des armatures et un avant-métré, après optimisation des dimensions principales (épaisseur de dalle, hauteur et largeur des poutres), ou en fonction de dimensions imposées.



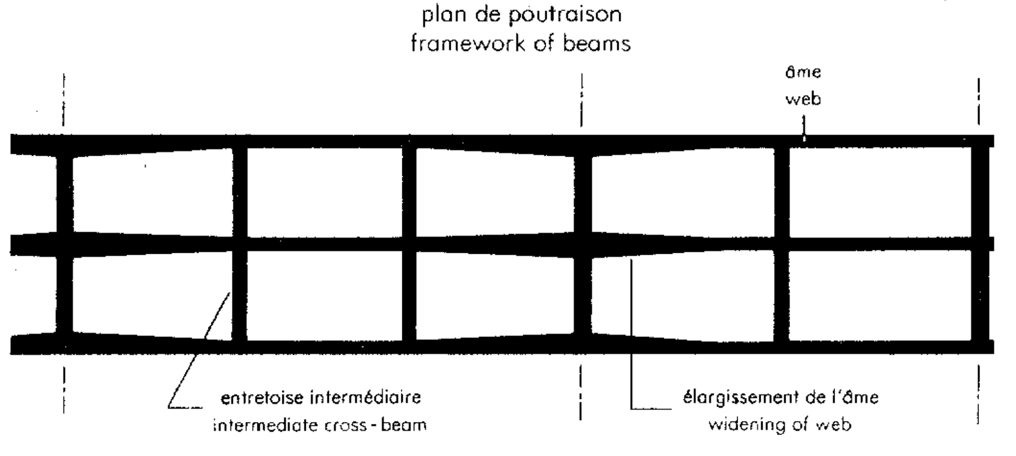
The range of use of this type of structure covers medium spans—between 10 and 20 metres—sufficient for spanning roads or motorways with a continuous deck; simply supported spans are used when there is a risk of differential settlement.

The slenderness ratio varies from 1/15 for an simply supported span to 1/20 for continuous spans.

Few bridges of this type are currently being built in France, but it continues to be a possibility in special cases, as for exemple when a structure of this type is imposed, or in the case of individual projects calling on local contractors that employ the necessary skilled manpower.

The automatic design program provides a complete list of stresses (top slab, cross-beams, beams), indicates how the reinforcements are to be arranged and establishes a preliminary bill of quantities, either after it has optimized the more important dimensions (top slab thickness, beam height and width) or according to given dimensions.

plan de poutraison
framework of beams

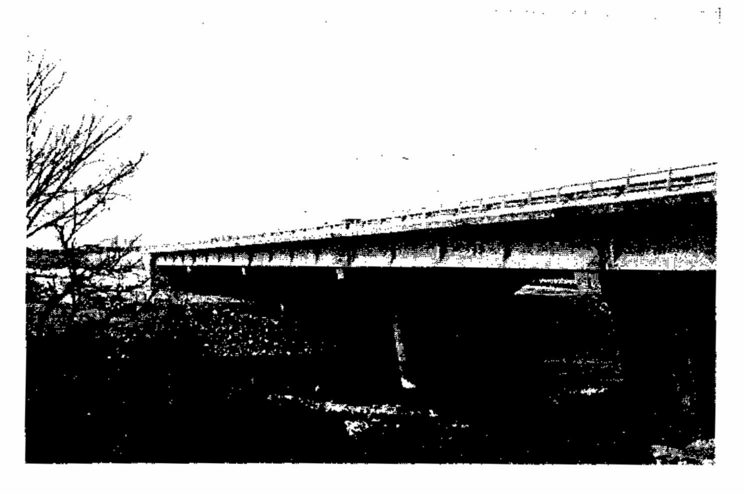


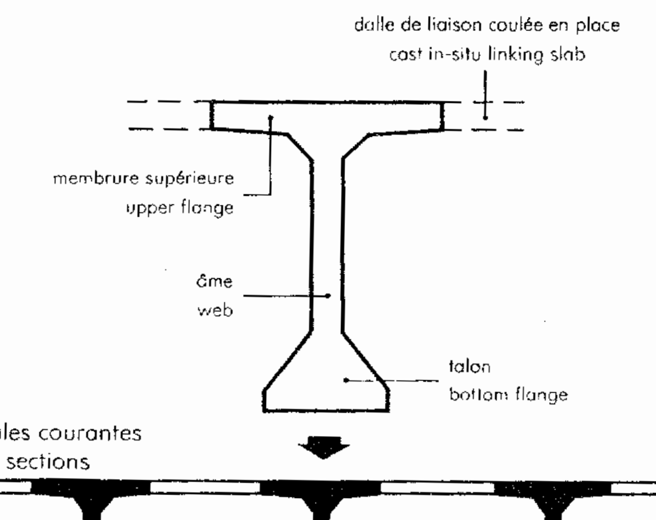
VIADUC A TRAVÉES INDÉPENDANTES A POUTRES DE BÉTON PRÉCONTRAINT

Le tablier de l'ouvrage est formé de travées indépendantes, constituées chacune par un certain nombre de poutres à talon préfabriquées de hauteur constante, précontraintes par câbles, entretoisées ou non, et reliées entre elles par des dalles en béton armé ou précontraint coulées en place.

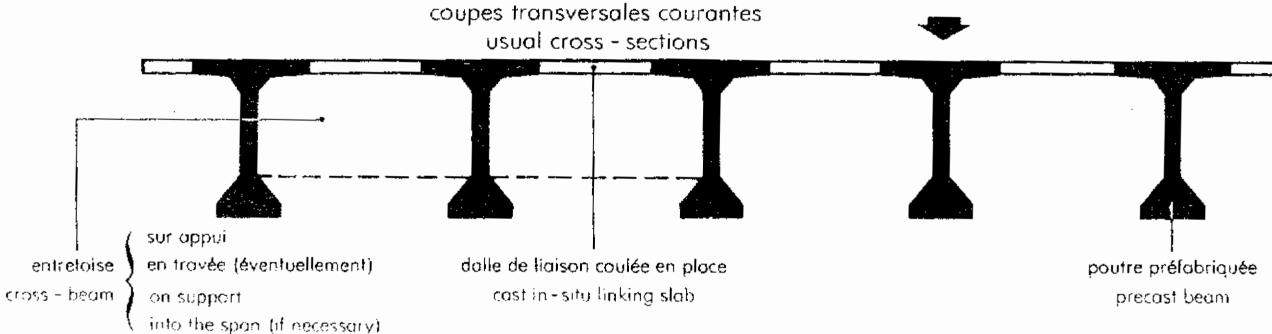
Les viaducs ainsi réalisés peuvent comporter un nombre important de travées. La technique d'attelage des travées permet d'espacer les joints de dilatation jusqu'à une centaine de mètres et de procurer ainsi un bon confort à l'usager.

Ce type d'ouvrage est particulièrement adapté au franchissement d'obstacles non courants isolés, constituant des brèches importantes d'obstacles répétitifs et rapprochés (routes, voies ferrées, canaux) pour lesquels une succession d'ouvrages isolés ne serait pas compétitive, ou de zones en terrain dégagé si des remblais ne sont pas réalisables (site tourbeux, par exemple).





coupes transversales courantes
usual cross - sections



Créée pour des ouvrages rectilignes éventuellement biais, cette structure s'adapte également à la réalisation d'ouvrages courbes : les poutres sont alors placées suivant une ligne polygonale et l'encorbellement du tablier, de largeur variable, épouse la courbure générale du tracé.

La gamme des portées s'étend de 25 à 45 mètres, exceptionnellement jusqu'à 50 mètres. L'élancement économique des poutres est de 1/17, ce qui nécessite de disposer d'une hauteur de tablier relativement importante ; un élancement réduit au 1/22 occasionne un supplément de coût d'environ 20 %. Il faut toutefois remarquer que les viaducs sont souvent placés assez haut au-dessus du sol pour s'affranchir des problèmes de gabarit et qu'il est alors plutôt satisfaisant du point de vue esthétique que le tablier ait une épaisseur notable.

En ce qui concerne les appuis, qui sont spécifiques à ce type d'ouvrage et ne rentrent pas dans le cadre du dossier P.P. « Piles et Palées » (cf. page 32), le dossier-pilote VI-PP donne des indications pour leur conception.

Le programme de calcul peut être utilisé comme projeteur (détermination des efforts et du câblage, optimisation des épaisseurs de l'âme des poutres sur appuis, ...) ou comme vérificateur (avec coffrage et câblage imposés). Son usage est limité à des ouvrages dont l'angle de biais est compris entre 100 et 70 grades. En option, le programme fournit un dessin automatique du coffrage et du câblage.

Plus de 500 VI-PP calculés au S.E.T.R.A. depuis 1967 ont été construits, aussi bien en France qu'à l'Etranger.

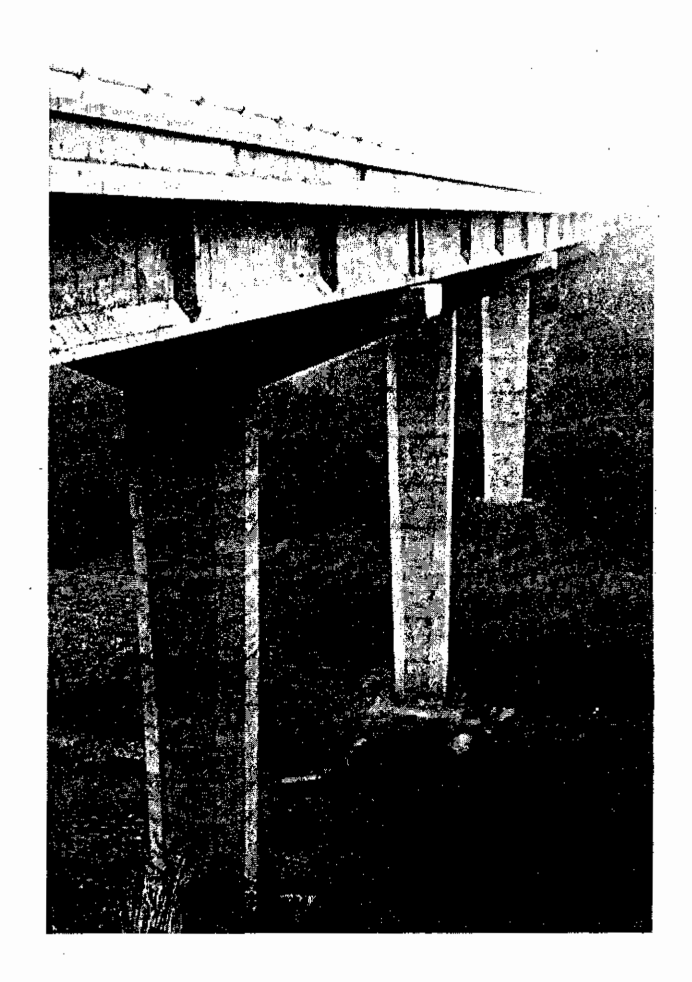


VIADUCT WITH SIMPLY SUPPORTED SPANS AND PRESTRESSED CONCRETE BEAMS

The deck of the viaduct is made up of simply supported spans, each consisting of a certain number of prefabricated beams with bottom flanges and of constant height, prestressed by tendons, with or without cross-beams, and linked by cast in-situ slabs of reinforced or prestressed concrete.

Viaducts built in this way may have a large number of spans. Coupling the spans makes it possible to space the expansion joints as much as 100 metres for a greater road-user comfort.

This type of structure is especially well suited to the spanning of isolated non-standard obstacles, such as a series of closely spaced roads, railway lines or canals, for which a series of isolated bridges would not be competitive, or of zones in open terrain if embankments are not feasible (on peaty ground, for example).





Developed for rectilinear, possibly skewed bridges, this structure can also be adapted to curved bridges: the beams then form a broken line and the deck overhang, of variable width, matches the general curvature of the alignment.

The spans range from 25 to 45 metres, in exceptional cases to as much as 50 metres. An economic beam slenderness ratio is 1/17, which requires a rather substantial deck height; reducing the slenderness ratio to 1/22 increases the cost by about 20 %. It should, however, be noted that viaducts are quite often high enough not to pose clearance problems, and in these circumstances a relatively thick deck may well tend to enhance the appearence of the structures.

As regards the supports which are specific to this type of structure and do not fall within the scope of the P.P. "dossier-pilote" (piers, cf. page 32), the VI-PP "dossier-pilote" provides information concerning their design.

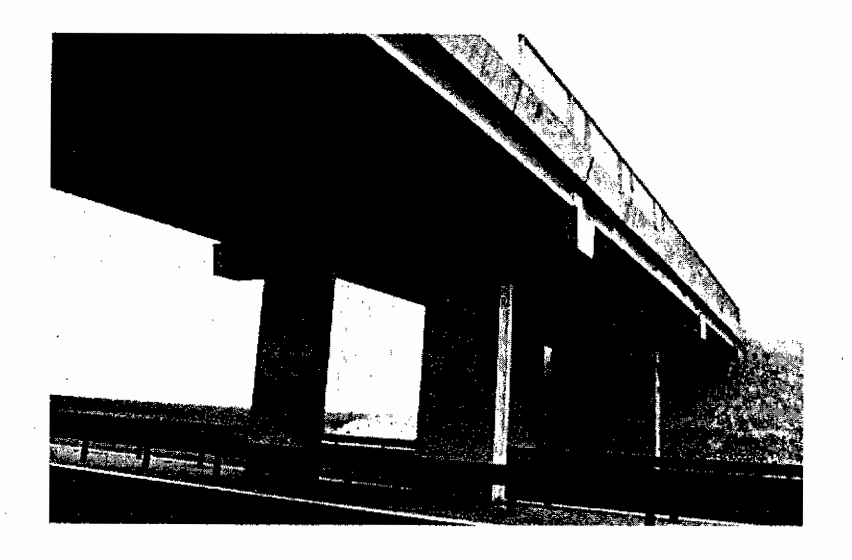
The program may be used for design program (determination of stresses and prestressing, optimization of web thicknesses of beams on supports, etc.) or for checking in cases where forms and prestressing are imposed. Its use is limited to structures having a skew angle included between 100 and 70 grades. The program also provides the option of automatic drafting of the forms and prestressing.

More than 500 VI-PP designed at the S.E.T.R.A. have been built since 1967, both in France and abroad.



PR-AD

TABLIER EN TRAVÉE INDÉPENDANTE A POUTRES PRÉCONTRAINTES PAR FILS ADHÉRENTS



Le tablier de type PR-AD est une travée indépendante réalisée au moyen de poutres précontraintes par fils adhérents, solidarisées par une dalle de couverture coulée en place sur des coffrages perdus non participants.

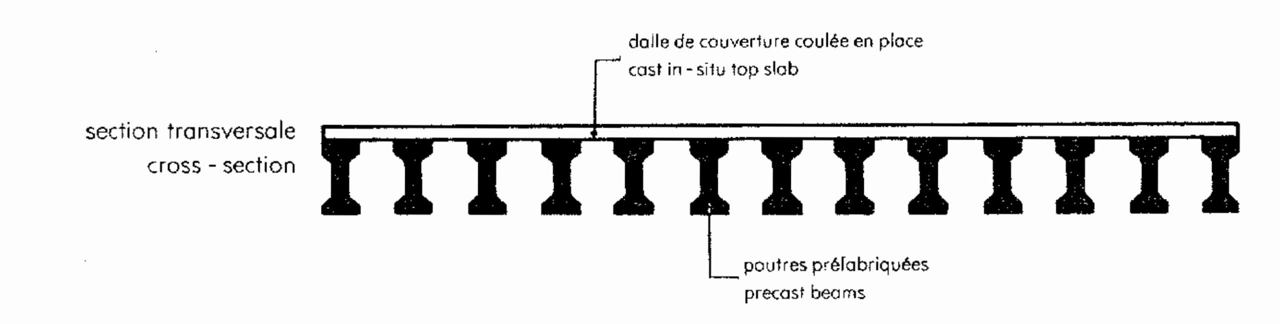
Les poutres ne sont pas entretoisées, sauf à leurs extrémités où sont réalisés des chaînages d'about. Depuis quelque temps, son emploi a été étendu à des ouvrages constitués de plusieurs travées indépendantes.

Cette structure ne saurait constituer une solution systématique de remplacement vis-à-vis des structures-types classiques coulées en place ; en revanche elle est très intéressante dans les cas bien précis où l'on peut tirer avantage de la préfabrication (coût prohibitif de l'échafaudage, chantier situé à proximité de l'usine, exigences particulières en matière de délais d'exécution) et où l'usine produit normalement des poutres du niveau de qualité requis.

Son domaine d'emploi courant de 10 à 25 mètres de portée en fait, notamment, une solution classique pour le franchissement de routes dont la circulation ne peut être interrompue, de lignes de chemins de fer électrifiées et de certains cours d'eau. L'élancement habituel est de l'ordre de 1/20.

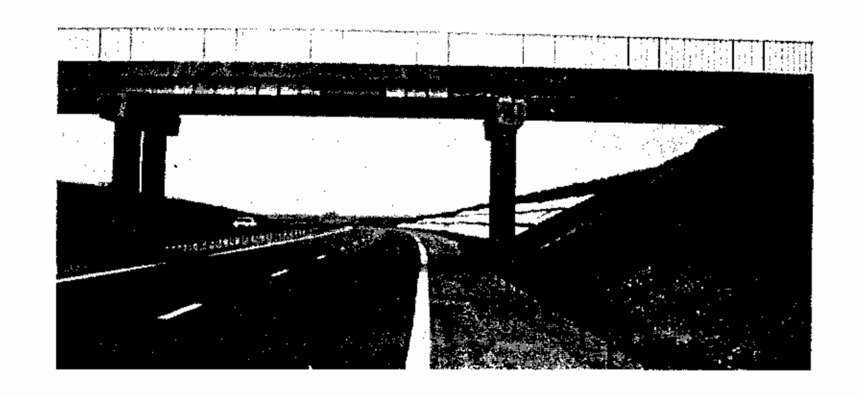
La préfabrication en usine des poutres impose généralement le recours à un étuvage du béton, afin d'obtenir une rotation rapide des moules et donc un rendement élevé des installations. Cet étuvage a des incidences multiples sur les caractéristiques des matériaux.

Le dossier PR-AD et ses mises à jour traitent des problèmes liés à l'étuvage ainsi que des règles de calcul applicables à la structure. Il est illustré par un exemple d'application commenté pouvant servir de cadre aux calculs justificatifs à produire pour les projets.





SIMPLY SUPPORTED SPAN DECK WITH PRETENSIONED BEAMS



The PR-AD deck is a simply supported span using pretensioned beams interconnected by a cast in-situ top slab on lost shutterings.

The beams are not cross-braced, except at their ends where there are butt ties. Recently, the use of this deck has been extended to bridges consisting of several simply supported spans.

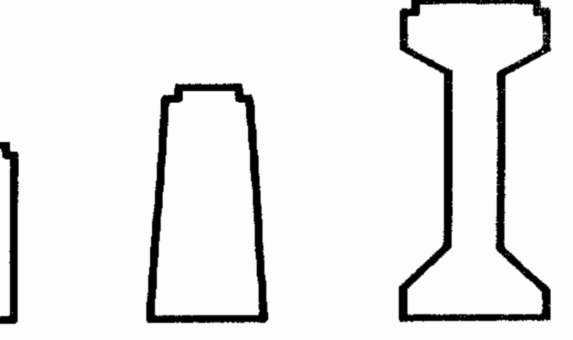
This structure should not be considered as a systematic replacement for conventional standard cast in-situ structures; on the other hand, it is highly advantageous in the particular cases in which prefabrication can be benefited from (cost of scaffolding prohibitive, site located near the precast plant, or special requirements as regards completion times) and if the precast plant normally produces beams of the required quality.

Its normal range of use with spans from 10 to 25 metres makes it a particularly attractive solution for spanning roads of which traffic cannot be stopped, electrified railway lines and some rivers. The usual slenderness ratio is on the order of 1/20.

Factory precasting of the beams generally requires steam curing of the concrete, with a view to fast mould turnover and hence efficient use of the facilities. This process of steam curing has many effects on the properties of the materials.

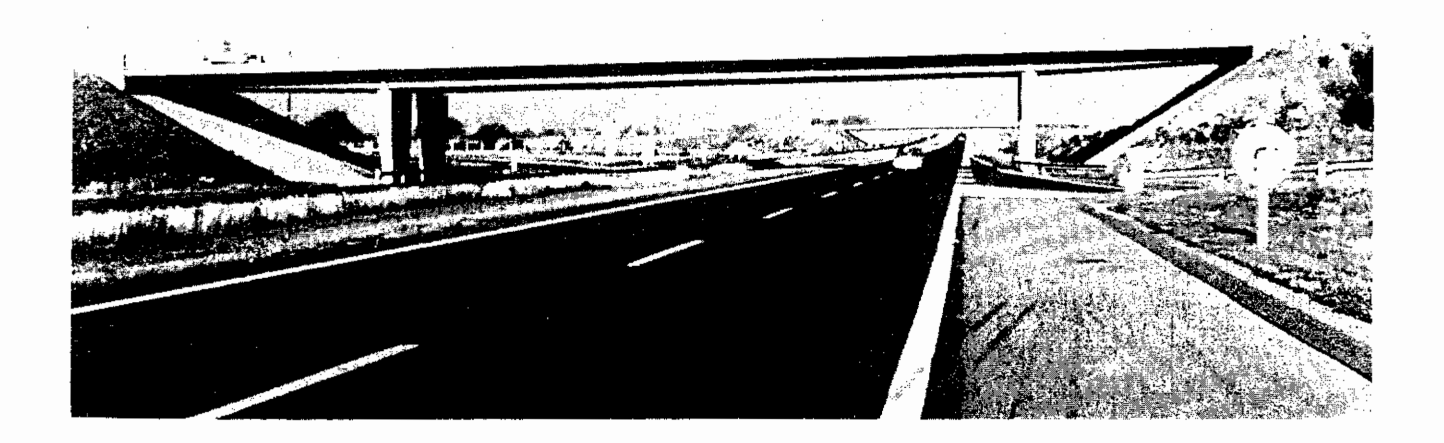
The PR-AD "dossier-pilote" and its updating inserts deal with the problem related to the steam curing and with the design code applicable to the structure. It is illustrated by an example of its application with comments, that may be used as a basis for the calculations that must be submitted in justification of design.

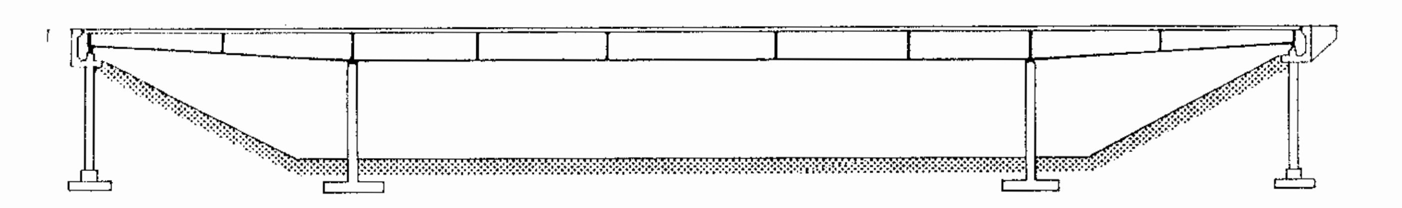
quelques sections de poutres
some cross - sections of beams



PSI-OM

TABLIER CONTINU EN OSSATURE MIXTE ACIER-BÉTON





vue d'ensemble
general view

Ce tablier est une structure composite constituée par des poutres métalliques sous chaussée, solidarisées avec une dalle de couverture en béton armé (ou précontraint), de manière à former un ensemble monolithique ; il peut être à travées indépendantes ou continues ; les poutres peuvent être de hauteur constante ou variable.

Son domaine d'emploi, qui est lié aux avantages que procure l'utilisation de la charpente métallique, est étendu puisque les portées envisageables pour les ouvrages de ce type peuvent atteindre plus de 100 mètres ; cependant, une utilisation de ce type de structure en ouvrage courant conduit à prévoir des portées comprises entre 35 et 50 mètres environ.

L'élancement, qui dépend du nombre de travées, varie de 1/25 à 1/30 dans le cas de poutres continues de hauteur constante.

Le programme de calcul automatique fournit les sollicitations et les contraintes, après que l'on ait introduit en données les éléments de prédimensionnement, qui auront été déterminés au préalable à l'aide d'abaques. L'utilisation normale du programme conduit à limiter à 6 le nombre de travées. L'angle de biais envisageable sans problèmes particuliers est compris entre 100 et 60 grades dans le cas d'un ouvrage de faible largeur ($\leqslant 8$ m) ; si l'ouvrage est large, l'incidence du biais doit faire l'objet d'une étude particulière.

Ce programme, comme l'ensemble du dossier, est basé sur les prescriptions de calcul des ouvrages mixtes du 25 mars 1966. Ce règlement est actuellement en cours de révision pour tenir compte notamment des notions d'états-limites.

PSI-OM

CONTINUOUS DECK WITH COMPOSITE STEEL AND CONCRETE CONSTRUCTION

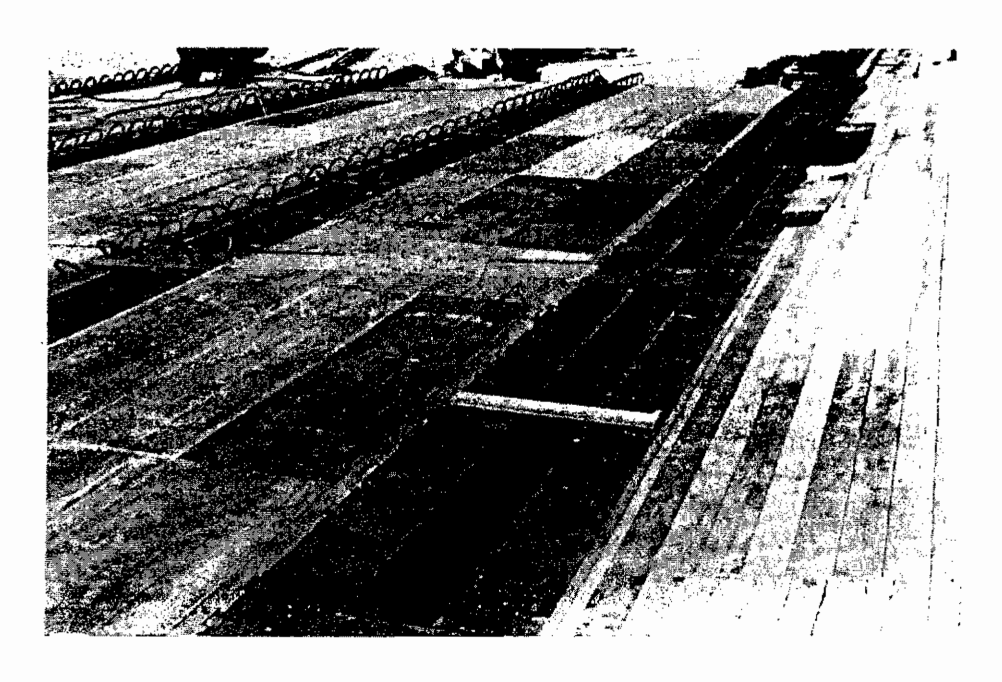
This deck is a composite structure consisting of steel beams under the roadway, joined by a reinforced (or prestressed) concrete top slab in such a way as to form a monolithic assembly; the spans may be simply supported or continuous and the beams of constant or variable height.

The range of use, which owes something to the advantages afforded by the use of the metal framework, is extensive, since spans of more than 100 metres are conceivable with bridges of this type; however, spans of about 35 to 50 metres are the range of normal use of this type of structure.

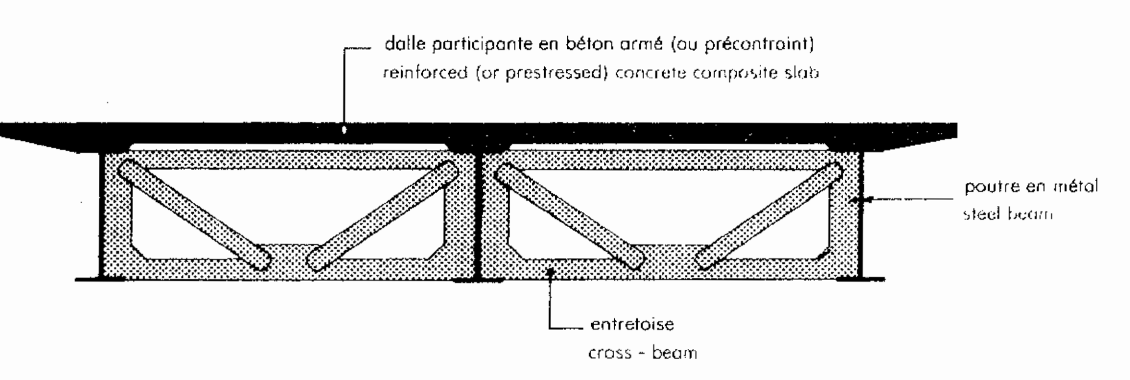
The slenderness ratio, which depends on the number of spans, ranges from 1/25 to 1/30 in the case of continuous beams of constant height.

The automatic design program gives the forces and stresses when the preliminary design factors, determined in advance using nomograms, have been entered as input data. In normal use of the program, the number of spans is limited to 6. The skew angle possible without introducing special problems is included between 100 and 60 grades in the case of a narrow structure (≤ 8 m); if the structure is wide, a special study should be made of the effects the skew.

This program, like the "dossier-pilote" as a whole, is based on the french design code for composite structures of 25th March 1966. This code is now being revised to take limit-states concepts into account, in particular.



coupe transversale
cross - section





PILES ET PALÉES

Les appuis types ainsi dénommés sont constitués d'éléments simples, indépendants mécaniquement du tablier qu'ils supportent, et recevant sur une seule ligne d'appui des réactions dont la composante principale est verticale ; ils reposent sur une fondation qui peut être superficielle (semelle) ou profonde (pieux).

Le dossier-pilote P.P. distingue deux sortes d'appuis :

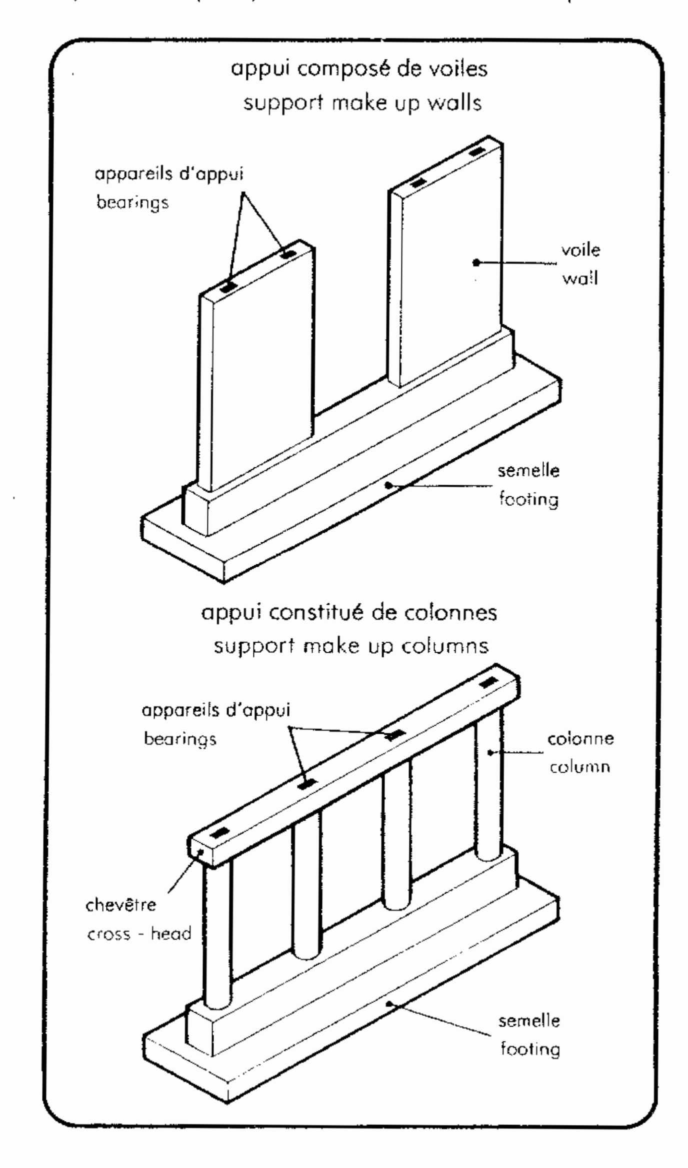
- les **piles**, qui constituent les appuis intermédiaires des ponts à plusieurs travées continues ;
- **piles-culées**, qui constituent les appuis d'extrémité, enterrés dans les remblais d'accès (complètement ou partiellement).

Les principales caractéristiques géométriques de ces appuis sont définies par les schémas ci-contre.

Les piles sont le plus souvent constituées, au-dessus de la fondation, par un ou plusieurs voiles, dont la forme la plus simple est un parallélépipède, mais peut faire l'objet de variations en jouant sur le nombre de voiles, les proportions, l'épaisseur, le fruit des différentes faces, etc...

Les piles-culées sont généralement constituées par un certain nombre de colonnes de section circulaire ou de poteaux de section rectangulaire, reposant sur une semelle de fondation et surmontés d'un chevêtre sur lequel vient s'appuyer le tablier ; de par leur configuration, elles sont peu sollicitées par la poussée des terres.

Les appuis spéciaux tels que pile-marteau, pile en V, etc..., ne sont pas du domaine d'application du dossier P.P. ; ce dernier donne cependant quelques indications à leur sujet.



PIERS

The standard supports so labelled consist of simple components that are mechanically independent of the deck they support, taking out, on a single line of support, reactions whose main component is vertical; they rest on a foundation that may be superficial (footing) or deep (piles).

The P.P. "dossier-pilote" makes a distinction between two types of supports:

- **piers**, which are intermediate supports of bridges with several continuous spans;
- **abutment-piers**, which are the end supports, buried in the access embankments (wholly or partly).

The main geometrical characteristics of these supports are defined by the on side diagrams.

In most cases the piers, above the foundation, consist of one or several walls; the simplest shape is parallelepipedic but there may be variations in the number of walls, the proportions, the thickness, the pattern of the various surfaces, etc.

Abutment-piers generally consist of a certain number of circular or rectangular columns, resting on a footing and topped by a cross-head that supports the deck; their configuration is such that they are not heavily loaded by earth pressure.

Special supports such as T-shaped piers, V-shaped piers, etc. are outside the scope of application of the P.P. "dossier-pilote". It does, however, give some information about them.



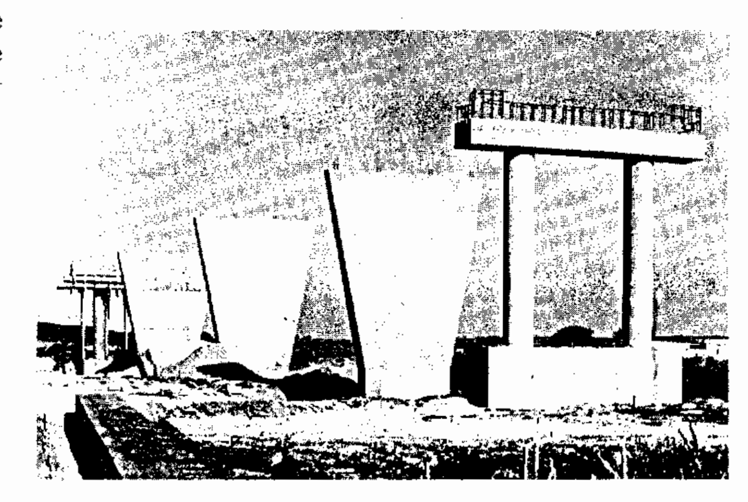
Le dossier-pilote P.P. comporte trois parties :

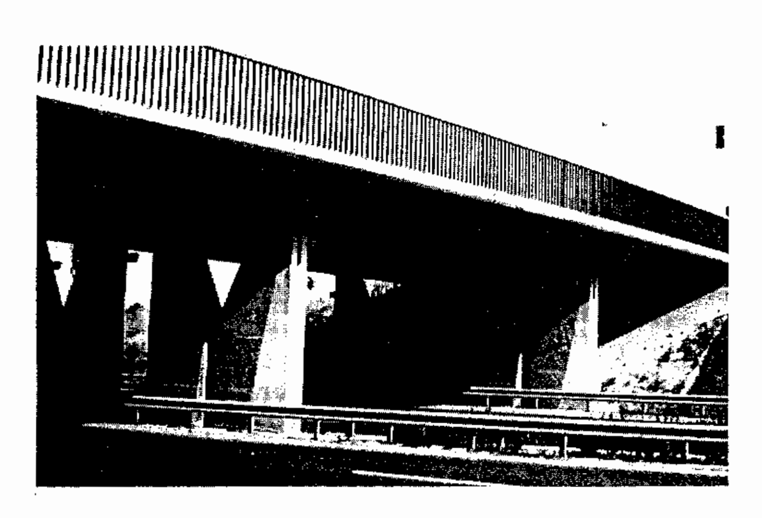
- La première partie constitue, à tous les niveaux de l'étude, un guide précieux qui contient un ensemble détaillé de prescriptions et de règles pour la conception tant mécanique qu'architecturale des appuis ; elle est illustrée de très nombreux schémas et dessins, et comporte en outre un catalogue de modèles (piles et piles-culées).

- La deuxième partie fait une analyse complète du calcul automatique (programme P.P.), qui détermine d'abord l'ensemble des efforts appliqués à chaque appui, puis calcule dans chaque élément les efforts internes et le ferraillage. Elle peut servir à l'établissement d'une note de calcul manuelle que l'on complètera par des calculs de détail définis dans la première partie, mais a surtout été conçue pour aider l'ingénieur à utiliser le programme P.P. et lui faire gagner un temps précieux.

Ce programme est en cours de développement et, dans un avenir proche, il fournira dans les cas de « géométrie courante » un ferraillage détaillé des appuis et, sur option, un dessin automatique de ce même ferraillage.

- La troisième partie, en cours de préparation, donne des exemples d'application. Elle constitue une synthèse pratique des autres parties et en même temps un guide contenant de nombreuses références qui permettront au lecteur de trouver rapidement la réponse aux problèmes qui lui sont posés.





The P.P. "dossier-pilote" includes three parts:

- part 1 constitutes, at all design stages, a valuable guide containing a detailed set of instructions and rules for both the mechanical and architectural design of supports; it is illustrated by many diagrams and sketches, and also includes a catalogue of patterns (piers and abutment-piers).

- part 2 gives a complete analysis of the automatic design (P.P. program), first determining all forces applied to each support, and then calculating the internal stresses and reinforcements required in each component. It may be used in preparing a manual design note to be completed by the detail calculations defined in part 1, but it has been conceived primarily to help the engineer to use the P.P. program and save him valuable time.

This program is on development and, in the near future, it will furnish in the case of "normal geometry" a detailed reinforcement of the supports and, as an option, the automatic drafting of this same reinforcement.

- part 3, now being prepared, gives examples of application. It constitues both a practical summing up of the other parts and, at the same time, a guide containing many references that will help the reader to find rapidly the answer to the problems facing him.

CULÉES

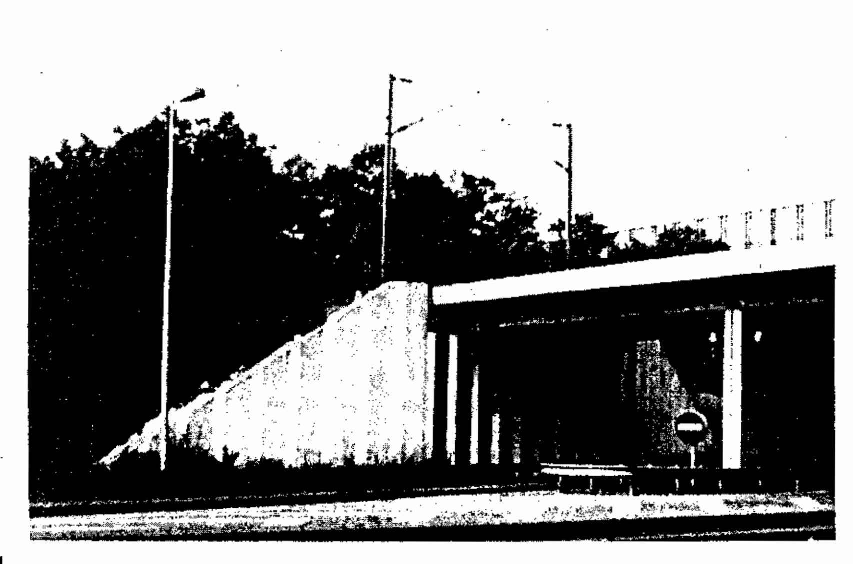
Les culées pour ouvrages courants décrites au dossier-pilote C.T., utilisables pour tout tablier à réactions d'appui verticales, sont constituées d'éléments simples en béton armé alliant une bonne robustesse et une relative légèreté.

Le titre du dossier-pilote « Culées types » ne doit pas prêter à confusion, car il n'existe pas à proprement parler de culées standard ; ce dossier doit plutôt être considéré comme un GUIDE pour la conception et le dimensionnement des culées.

ABUTMENTS

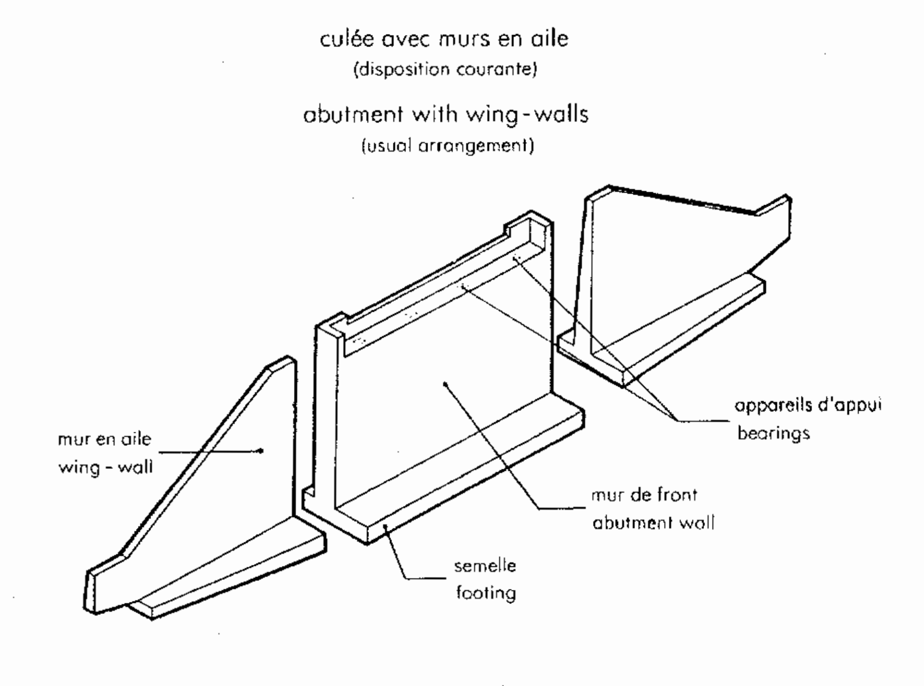
The abutments for standard bridges described in the C.T. "dossier-pilote" and usable with any deck having vertical reactions, consist of simple components of reinforced concrete combining adequate strength and relatively low weight.

The title of the "dossier-pilote" "Standard abutments" must not be misconstrued, because strictly speaking do not exist standard abutments; this "dossier-pilote" should, rather, be considered as a GUIDE to the design and sizing of abutments.

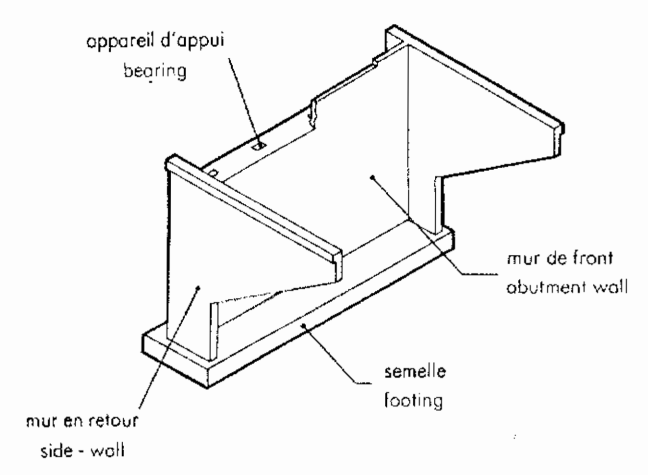


culée avec murs en aile
(disposition courante)

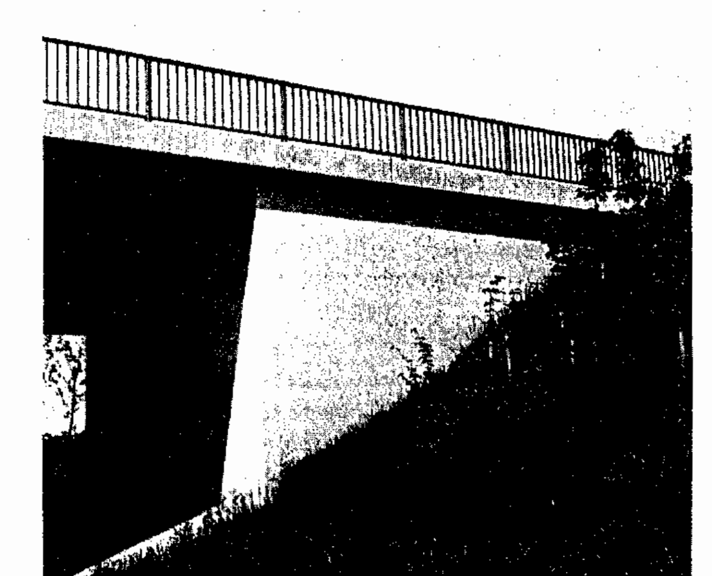
abutment with wing-walls
(usual arrangement)







culée avec murs en retour solidaires
(disposition courante)
abutment with side-walls rigidly locked
(usual arrangement)



Il comporte trois parties :

■ Guide « CONCEPTION ». Son objet est de guider le projeteur dans l'art de bien concevoir une culée, à l'aide d'organigrammes complétés par des schémas définissant la morphologie des divers éléments (mur de front et murs latéraux) et leur articulation; le tout est complété par des culées-pilotes, sous formes de dessins de coffrage se rapportant aux cas les plus courants d'utilisation.

■ Guide « DIMENSIONNEMENT ». Il permet d'une part de faire un prédimensionnement rapide du coffrage dans le cas de culées à éléments indépendants (mur de front et murs latéraux), et d'autre part, dans le cas de fondations superficielles, de dimensionner les semelles en les optimisant, par l'utilisation d'un programme de calcul automatique selon certaines modalités.

■ EXEMPLES d'application. Ils traitent deux cas distincts, se référant :

- l'un au prédimensionnement ;
- l'autre au dimensionnement par le calcul automatique.

It inclùdes in three parts:

■ "DESIGN" guide. Its object is to guide the designer in the art of correctly planning an abutment, using flow charts supplemented by diagrams defining the morphology of the various components (abutment wall and lateral walls) and their interconnections; this is supplemented by steering abutments (form drawings covering the commonest cases of use).

■ "SIZING" guide. It enables both a rapid preliminary design of the forms in the case of abutments with independent components (abutment wall and lateral walls) and, in the case of superficial foundations, an optimum sizing of the footings through the appropriate use of an automatic design program.

■ EXAMPLES of application. These cover two distinct cases:

- preliminary design;
- design by means of the automatic design program.

DOSSIERS-PILOTES COMPLÉMENTAIRES

1 FONDATIONS

Le dossier-pilote FOND traite des problèmes généraux de reconnaissance et de méthodes d'étude des sols, de conception, de calcul et de justification des fondations d'ouvrages d'art, aussi bien superficielles que profondes ; son domaine d'application, qui s'étend à tous les types de fondations d'ouvrages, quelle qu'en soit l'importance, n'est donc pas limité aux ouvrages types ; il comporte en outre deux programmes de calcul automatique de fondations sur pieux sollicités horizontalement.

2 OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT

Le dossier-pilote MUR concerne l'étude des ouvrages de soutènement ; il aborde de façon très générale les problèmes posés par ce genre d'ouvrages et présente l'ensemble des techniques pouvant être utilisées pour construire un ouvrage de soutènement, ainsi que les problèmes généraux de calcul et de dimensionnement ; il comporte un programme de calcul automatique permettant le dimensionnement et le ferraillage des murs courants en béton armé du type en T renversé.

3 ÉQUIPEMENTS

Ils sont constitués par l'ensemble des dispositifs permettant d'assurer le fonctionnement mécanique et la pérennité de l'ouvrage, la sécurité et le confort des usagers, éventuellement d'autres fonctions particulières. Compte tenu de leur importance et de leur diversité, ils font l'objet de trois dossiers-pilotes distincts, à savoir :

- Le dossier-pilote J.A.D.E., qui concerne les équipements des abouts de tablier : appareils d'appui, joints de chaussée et de trottoirs, dalles de transition ;
- Le dossier-pilote ST.E.R., qui concerne le surfaçage des tabliers, les chapes d'étanchéité et la couche de roulement ;
- Le dossier-pilote G.C., qui concerne les équipements de sécurité et d'esthétique des tabliers : dispositifs de retenue, garde-corps, corniches.

On trouvera dans chacun de ces dossiers un certain nombre de spécifications qui correspondent à une sélection de dispositifs ou de matériels qui ont pu être définis avec une généralité d'emploi suffisante.

SUPPLEMENTARIES "DOSSIERS-PILOTES"

1 FOUNDATIONS

The FOND "dossier-pilote" deals with the general problems of soil investigation and survey methods, the design, calculation, and justification of the superficial or deep foundations of engineering structures; its range of application, which extends to all types of bridge foundations, however large, is therefore not limited to standard bridges; it also includes two programs for the automatic design of foundations on piles withstanding horizontal loads.

2 RETAINING WALLS

The MUR "dossier-pilote" deals with the design of retaining walls; it approaches the problems posed by this type of structure in a very general manner and presents all of the techniques that may be used to build a retaining wall, as well as treating general design and sizing problems; it includes an automatic design program for the sizing and reinforcement of common inverted-T reinforced concrete walls.

3 FITTINGS

They consist of the various devices serving to assure the mechanical operation and endurance of the structure, the safety and comfort of its users, and possibly other special functions. In view of their importance and diversity they are treated in three separate "dossier-pilotes", namely:

- the J.A.D.E. "dossier-pilote", which deals with fittings for deck ends: bearings, roadway and footway expansion joints, transition slabs;
- the ST.E.R. "dossier-pilote", which deals with the bridge deck finishing, waterproofing layer and wearing course;
- the G.C., "dossier-pilote", which deals with deck safety fittings and aesthetic aspects retaining devices, parapets, cornices.

Each of these "dossiers-pilotes" includes a certain number of specifications relating to a selection of devices or items of equipments which were able to be defined for a sufficiently broad range of use.

DOCUMENTS DE BASE À CARACTÈRE GÉNÉRAL

1 CATALOGUE ET MANUEL DU PROJETEUR (CAT)

Ce document fondamental constitue d'une part un **catalogue** de tous les documents types de la Division des Ouvrages d'Art du SETRA (et, à ce titre, n'est cité que pour mémoire), et d'autre part un **manuel du projeteur,** en ce sens que l'on y trouve un résumé général des conseils que le SETRA est amené à donner sur la manière d'entreprendre un projet de pont courant en fonction de la réglementation en vigueur. Pour cette dernière utilisation, on pourra consulter notamment le chapitre 8, qui définit les domaines d'emploi normaux des différents ponts types, donne des indications générales permettant dans chaque cas particulier de choisir le dossier-pilote auquel il y a lieu de se reporter, et expose quelques principes généraux à appliquer au moment du choix du type d'ouvrage.

2 GUIDE D'ESTHÉTIQUE POUR OUVRAGES D'ART COURANTS (GUEST)

Ce document a pour objet d'aider le projeteur à concevoir des ouvrages présentant un bon aspect, en intégrant les préoccupations esthétiques dans la standardisation. Son importance ne saurait être mésestimée, car les préoccupations esthétiques doivent intervenir dès l'origine d'une étude d'ouvrage d'art, même modeste.

Il définit une **méthodologie** générale des études esthétiques et montre la manière de traiter un certain nombre de problèmes particuliers. Ensuite, les structures courantes sont analysées du point de vue esthétique et, pour chacune, sont définies des dispositions susceptibles de conduire à un aspect satisfaisant ; les cas particulièrement délicats y sont traités ; les équipements et les parements ne sont pas oubliés.

BASIC DOCUMENTS FOR GENERAL USE

1 DESIGNER'S CATALOGUE AND MANUAL (CAT)

This ground document is both a **catalogue** of all standard documents of the SETRA'S Engineering Structures Division (only mentioned for memory) and a **designer's manual,** giving an overall summary of the advices the S.E.T.R.A. is required to give concerning how to design standard bridges related with the valid code requirements. For this last use, we particularly recommend consulting Chapter 8, which defines the normal ranges of use of the various standard bridges, gives general information making it possible to choose in each particular case the "dossier-pilote" that should be consulted, and sets out a few general principles to be applied when deciding which type of structure to choose.

2 GUIDE TO THE AESTHETICS OF STANDARD ENGINEERING STRUCTURES (GUEST)

The aim of this document is to help the designer to plan structures having an attractive appearance by harmonizing aesthetic considerations with standardization. Its importance should not be underestimated, since aesthetic considerations must be taken into account from the earliest stages of designing, even for a modest engineering structure.

It gives a general **methodology** for aesthetic design studies and shows how to deal with a certain number of individual problems. Standard structures are then analysed from an aesthetic viewpoint and for each are indicated arrangements right up to lead on a satisfactory appearence; special cases are also treated with; fittings and facings are not neglected.

CONCLUSION

Les ouvrages présentés dans ce catalogue ont fait leurs preuves, tant du point de vue technique que du point de vue économique, sous réserve du respect des dispositions constructives et d'une organisation judicieuse du chantier ; de plus, les recherches d'aspect n'ont pas été oubliées.

L'évolution de la réglementation, qui permet de mieux appréhender la sécurité des ouvrages, nécessite une mise à jour continuelle des programmes de calcul. L'amélioration de ces dossiers-pilotes en fonction des nouveaux règlements et de l'expérience acquise au cours de la réalisation de ces ouvrages reste le souci constant du S.E.T.R.A. L'évolution de la conjoncture pourra également entraîner la genèse de nouveaux dossiers-pilotes.

CONCLUSION

Where the constructional guidance and site organisation have been satisfactory, the bridges described in this brochure have proved themselves from both a technical and an economic point of view. Their appearance has also been aesthetically sound.

Practical experience of bridge security has caused an evolution of rules which necessitates a continuing modification and improvement to the associated computer programs. The improvement of existing "dossiers-pilotes" and the creation of new "dossiers-pilotes" resulting from these processes is the continuing responsibility of S.E.T.R.A.

ANNEXE - RÉGLEMENTATION FRANCAISE EN MATIÈRE DE CALCUL D'OUVRAGES D'ART

La réglementation française en cours d'élaboration s'inspire des théories de la sécurité (dites semi-probabilistes) qui, aux cours des dernières années, ont été admises comme base de travail par les pays qui ont entrepris la rédaction de nouveaux règlements de calcul des ouvrages d'art. Cette nouvelle réglementation remplacera la réglementation aux contraintes admissibles, encore en cours actuellement.

Les nouveaux textes ont été rédigés dans l'optique des règles de calcul aux « états-limites », selon les principes définis par les différentes conventions européennes (Comité Euro-international du Béton, Convention Européenne de la Construction Métallique) ; ces derniers consistent à comparer un certain nombre de « sollicitations de calcul » (ou de « combinaisons d'actions de calcul ») avec les « sollicitations limites » (ou les « combinaisons d'actions limites ») correspondantes pour un certain nombre d' « états-limites ».

Ces principes de calcul sont exposés dans le document « DIRECTIVES COMMUNES RELATIVES AU CALCUL DES CONSTRUCTIONS », qui fixe un certain nombre de points en ce qui concerne les bases de sécurité des constructions, à savoir :

- les principes de sécurité
- les définitions
- les valeurs de certains coefficients.

Les notions suivantes y sont précisées :

- les **actions** (actions caractéristiques, actions de calcul, combinaisons d'actions) ;
- les **sollicitations** ;
- les **états-limites** (états-limites ultimes, états-limites d'utilisation).

La réglementation exposée ci-dessus est constituée d'une part par un PROGRAMME DE CHARGES (1), d'autre part par des RÈGLEMENTS DE CALCUL, établis d'après ces principes.

(1) RÉFÉRENCE - Fascicule 61, titre II, du Cahier des clauses techniques générales : « Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art. »

APPENDIX - FRENCH CODE CONCERNING DESIGN OF ENGINEERING STRUCTURES

The french code in course of elaboration is influenced by the safety theories (called semi-probabilistic) that have been taken in recent years as a starting point by countries drafting new codes for the design of engineering structures. This new code will replace the code based on admissible stresses, still valid at this day.

The new texts have been drafted from the viewpoint of "limit-states" design rules, in accordance with the principles defined by the various european conventions (Eurointernational Concrete Committee, European Convention of Metal Construction), which consist of comparing a certain number of "design actions effects" (or "combinations of design actions") with the associated "limit resisting effects" (or "combinations of resisting effects") for a certain number of "limit-states".

These design principles are set out in the document "COMMON INSTRUCTIONS CONCERNING THE DESIGN OF STRUCTURES", which establishes a certain number of points as regards the bases of structural safety, namely:

- safety rules,
- definitions,
- values of certain coefficients.

It specifies the following concepts:

- **Actions** (characteristic actions, design actions, combinations of actions).
- **Actions effects.**
- **Limit-states** (ultimate limit-states, serviceability limite-states).

The code earlier described consists of LOADING SPECIFICATIONS (1) and of DESIGN CODES, established on the basis of the above-mentioned design principles.

(1) REFERENCE: Section 61, Title II, of the Book of general technical clauses "Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art" ("Design calculation and testing of engineering structures").

1 PROGRAMME DE CHARGES

Il tient compte des données relatives à la circulation routière actuelle, en cherchant à concilier la sécurité et l'économie.

Les charges qui y sont définies sont modulées à l'aide de coefficients, afin de tenir compte du **nombre** de voies de circulation et de la **classe** du pont, cette dernière étant déterminée par la largeur roulable et la destination de l'ouvrage; le programme de charges range les ponts-routes en trois classes, la 1re classe correspondant aux charges les plus élevées.

Le texte cité en référence (cf. page 39) distingue les systèmes de charges ci-après.

Sur chaussée

Système de charges A : charges uniformément réparties et modulées selon la longueur chargée, non susceptibles de majoration pour effets dynamiques.

Ci-dessous quelques valeurs courantes (unités : le mètre et la tonne).

longueur chargée ℓ	10	20	30	40	50	m
A (ℓ)	1,87	1,36	1,09	0,92	0,81	t/m²

Systèmes de charges B : charges composées de roues et d'essieux, susceptibles de majoration pour effets dynamiques.

3 systèmes distincts :	B_c camions types	B_r roue isolée	B_t essieux-tandem

Charges militaires (applicables aux ponts des itinéraires classés à cet effet) :

2 systèmes :	M 80	M 120

Charges exceptionnelles : dans certains cas, on peut être amené à considérer des charges exceptionnelles (convois D, E, C_1, C_2,...)..

Sur trottoirs - Charge uniforme = 0,15 t/m²

Sur remblai - Charge uniforme = 1 t/m².

2 RÈGLEMENTS DE CALCUL

Ils sont basés sur la justification aux « états-limites » selon les principes exposés ci-dessus, et se présentent sous la forme de trois textes distincts, selon le matériau considéré (béton armé, béton précontraint, métal).

1 LOADING SPECIFICATIONS

They take account of informations related to actual road traffic and attempt to combine safety and economy.

Coefficients are applied to the loads defined therein the **number** of traffic lanes and of the **class** of the bridge, this being determined by the width available to wheeled vehicles and the purpose of the bridge. The loading specifications rank road-bridges in three classes, with the first class being for the heaviest loads.

The footnote reference (cf. page 39) distinguishes between the folowing loading systems.

On the roadway

Loading system A: uniformly distributed loads varying as a function of the loaded length, not liable to be increased for dynamic effects.

Below, a few standard values (units: metre and ton).

Loaded length ℓ	10	20	30	40	50	m
A (ℓ)	1.87	1.36	1.09	0.92	0.81	t/m²

Loading system B: loads consisting of wheels and axles, liable to be increased for dynamic effects.

3 distinct systems:	B_c standard trucks	B_r isolated wheel	B_t tandem-axles

Military loads (for bridges on itineraries provided for this purpose):

2 systems:	M 80	M 120

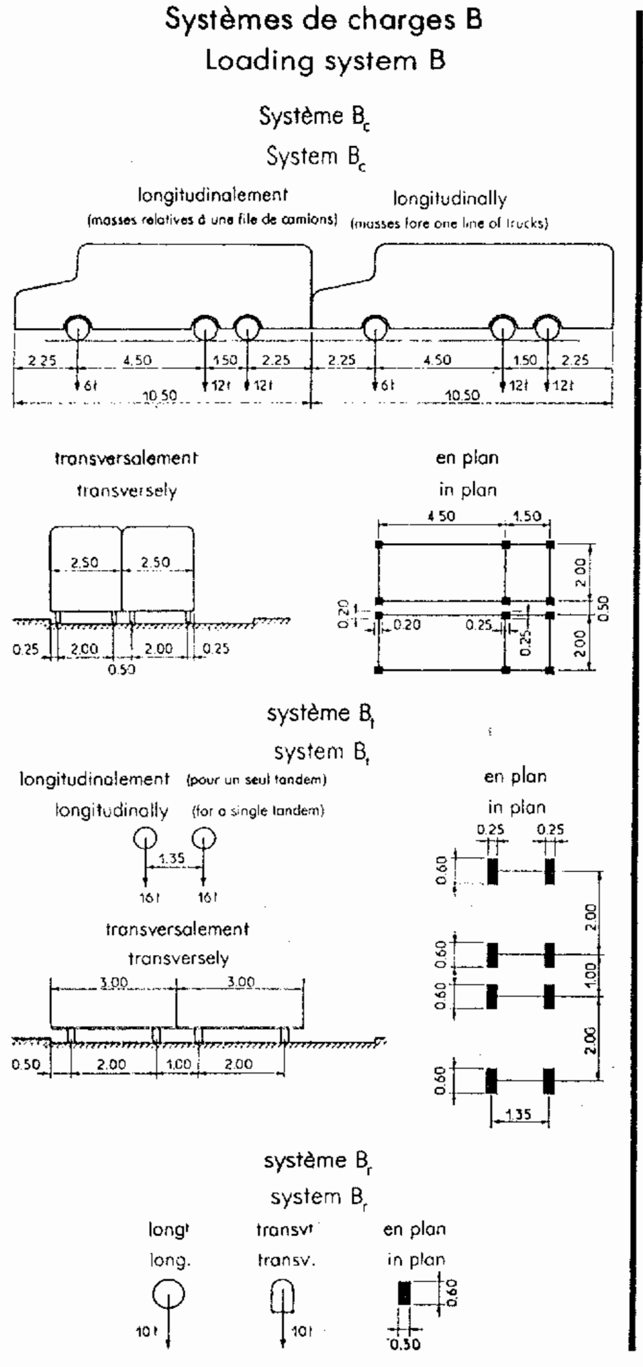
Heavy abnormal loads: if necessary abnormal loads may be considered (convoy D, E, C_1, C_2, ...).

On footway: uniform load of 0.15 t/m²

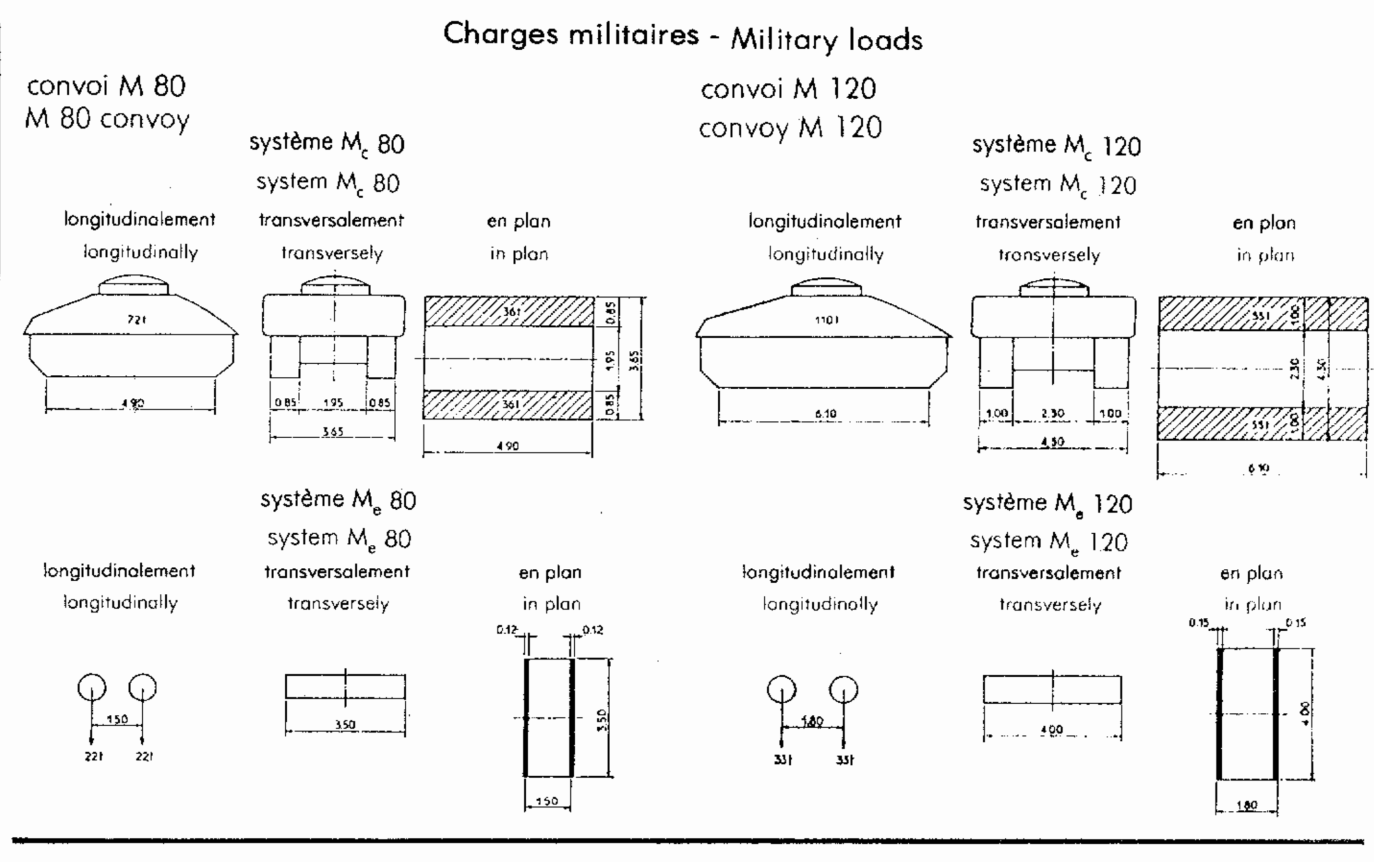
On embankment: uniform load of 1 T/m².

2 DESIGN CODES.

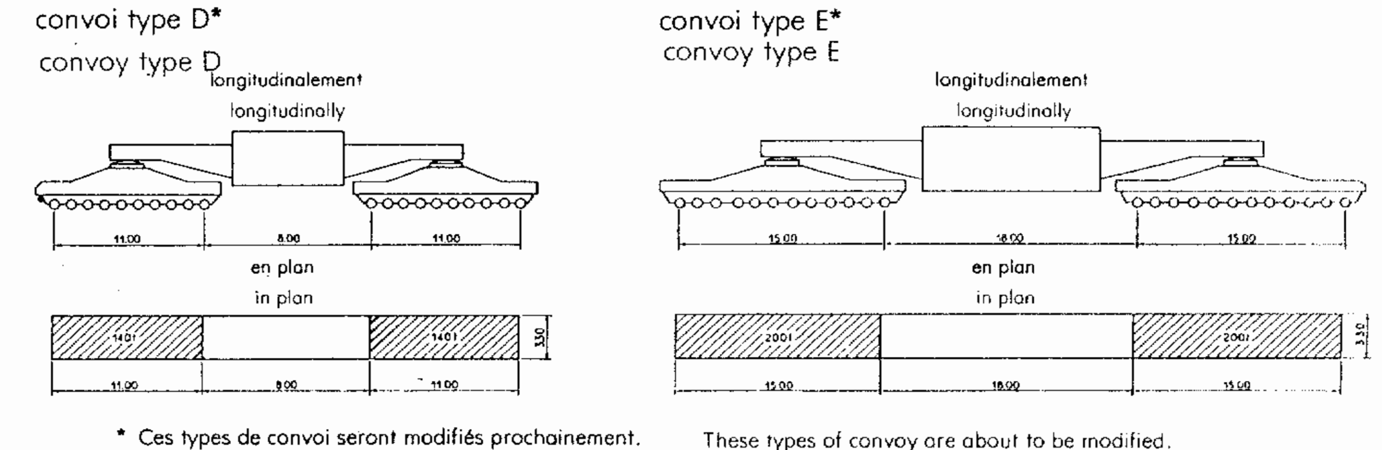
They are based on justification of limit-states in accordance with the principles set out above and take the form of three separate texts, according to the material under consideration (reinforced concrete, prestressed concrete, metal).



Systèmes de charges B
Loading system B
Système B_c
System B_c
longitudinalement
(masses relatives à une file de camions)
longitudinally
(masses fore one line of trucks)
2.25 4.50 1.50 2.25 2.25 4.50 1.50 2.25
6t 12t 12t 6t 12t 12t
10.50 10.50
transversalement
transversely
2.50 2.50
0.25 2.00 2.00 0.25
0.50
en plan
in plan
4.50 1.50
2.00 0.50 2.00
0.20 0.20 0.25 0.25
système B_t
system B_t
longitudinalement (pour un seul tandem)
longitudinally (for a single tandem)
1.35
16t 16t
transversalement
transversely
3.00 3.00
0.50 2.00 1.00 2.00
en plan
in plan
0.25 0.25
0.60 0.60 0.60 0.60
2.00 1.00 2.00
1.35
système B_r
system B_r
longt
long.
10t
transvt
transv.
10t
en plan
in plan
0.60
0.30



Charges militaires - Military loads
convoi M 80
M 80 convoy
système M_c 80
system M_c 80
longitudinalement
longitudinally
72t
4.90
transversalement
transversely
0.85 1.95 0.85
3.65
en plan
in plan
36t 36t
0.85 1.95 0.85 3.65
4.90
système M_e 80
system M_e 80
longitudinalement
longitudinally
1.50
22t 22t
transversalement
transversely
3.50
en plan
in plan
0.12 0.12
3.50
1.50
convoi M 120
convoy M 120
système M_c 120
system M_c 120
longitudinalement
longitudinally
110t
6.10
transversalement
transversely
1.00 2.30 1.00
4.30
en plan
in plan
55t 55t
1.00 2.30 1.00 4.30
6.10
système M_e 120
system M_e 120
longitudinalement
longitudinally
1.80
33t 33t
transversalement
transversely
4.00
en plan
in plan
0.15 0.15
4.00
1.80



Charges exceptionnelles - Heavy abnormal loads
convoi type D*
convoy type D
longitudinalement
longitudinally
11.00 8.00 11.00
en plan
in plan
140t 140t
3.30
11.00 8.00 11.00
convoi type E*
convoy type E
longitudinalement
longitudinally
15.00 18.00 15.00
en plan
in plan
200t 200t
3.30
15.00 18.00 15.00
* Ces types de convoi seront modifiés prochainement.
These types of convoy are about to be modified.



Imprimerie I.J.N. EVRY - (1) 60.79.14.80